Digitized by Google

BHS I C 165-1

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Sven Rinman

Königl. Schwed. Bergrath

Ritter des Wasa Ordens

geb: 1720 gest. 1792.

Digitized by Google

Geschichte des Eisens

mit Anwendung

für

Künstler und Handwerker

von

Sven Rinman,

Königl. Schwed. Bergrath und Ritter des Wasa-Ordens.

Aus dem Schwedischen übersetzt

und

mit Anmerkungen und Zusätzen

versehen

von

Dr. C. J. B. Karsten,

Königl. Preuß. Ober-Hüttenrath und Ober-Hüttenverwalter
für die Provinz Schlesien.

BIBLIOTHEK
DER K.B.GENERAL
BERG W. U. SALINEN
ADMINISTR.

Erster Band

mit einem Kupfer und dem Bildnisse des Verfassers.

Liegnitz

In Kommission bei Triepel und Kuhlmey.

1814.

Digitized by Google

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Vorrede
des Uebersetzers.

Ich habe bei der Erscheinung dieser neuen Uebersetzung von Rinman's vortrefflichem Werk sehr wenig zu sagen, weil ich mich darüber nicht rechtfertigen darf, sondern vielmehr auf den Dank des Publikums für eine so mühsame Arbeit Anspruch machen zu können glaube.

Das Original erschien schon im Jahr 1782 zu Stockholm, unter dem bescheidenen Titel: *Försöck* till Järnets Historia med Tillämpning för Slögder och Handtwerk in 2 Bänden in 4to, 62 und 1083 Seiten stark. Herr Georgi besorgte 1785 eine deutsche Uebersetzung in zwei Octavbänden auf 66 Bogen. Der schlechte, oft ganz unverständliche Styl, und die häufigen Unrichtigkeiten in dieser Uebersetzung; viele, den Sinn gänzlich entstellende Druckfehler, vorzüglich aber die unzeitigen, häufig unglücklich gewählten Abkürzungen des Originals, ließen schon lange eine bessere Uebersetzung jenes klassischen Werks wünschen, welches von den deutschen Metallurgen und gebildeten Künstlern mit einem so ungetheilten Beifall aufgenommen ward, daß die ganze Auflage der Georgischen Uebersetzung bereits vergriffen ist, obgleich sie

das Original von der aller unvortheilhaftesten Seite darstellt. Ob es mir gelungen ist, das Original in seiner ganzen Vollkommenheit wieder zu geben, darüber mögen sachkundige Richter urtheilen, der möglichsten Treue in der Uebersetzung bin ich mir bewußt. Außer der Zueignungsschrift an die Hütten-Societät ist durchaus nichts weggelassen worden; der Inhalt derselben ist kurz der, daß Hr. R. für das ihm bewiesene Vertrauen durch Ertheilung des ehrenvollen Auftrags: eine Geschichte des Eisens auszuarbeiten, dankt und dabei anführt, daß das vorliegende Werk das Resultat seiner vierzehnjährigen Beobachtungen und Versuche sey, bei denen er anfänglich durch Hrn. Odelstjerna, und nach dem im Jahr 1777 erfolgten Tode desselben, durch Hrn. Hjelm unterstützt worden wäre.

Meinen Anmerkungen will ich keinen größeren Werth beilegen, als sie haben; sie sind nämlich größtentheils als Erläuterungen und Berichtigungen, durch die Fortschritte späterer Naturforscher und Metallurgen veranlaßt, anzusehen, und in so fern können sie mir nicht zum Verdienst gereichen, obgleich ich mir schmeicheln darf, daß sie zur Vervollkommnung des Werks nicht unwesentlich beigetragen haben. Es wäre mir sehr leicht gewesen, die Anzahl derselben um das Doppelte und Dreifache zu vermehren, wenn ich die Vorstellungen vom Phlogiston hätte berichtigen und die Erklärung der Erscheinungen der neuen antiphlogistischen Theorie anpassen wollen. Dies konnte ich aber jedem Leser selbst überlassen, oder ihn auf die vortreffliche Abhandlung der Hrn. Vandermonde, Berthol-

let

let und Monge: Ueber das Eisen in seinen verschiedenen metallischen Zuständen (in v. Crells chem. Annalen 1794. Bd. I. S. 353 u. f., 460 u. f., 509 u. f.) verweisen. Auch findet man jetzt in allen chemischen Wörterbüchern, Handbüchern u. s. f. die befriedigendste Auskunft, weil der Inhalt der eben erwähnten Abhandlung in die Lehrbücher der Chemie übergegangen ist und durchgängig Beifall gefunden hat.

Die vielen unendlich mühsamen Versuche, die sorgsamen Beobachtungen und die gründlichen ohne alle Vorurtheile gesammelten Erfahrungen, die Anwendung derselben auf das practische Leben, verbunden mit dem natürlichen unbefangenen Blick und mit der einfachen Darstellungsart des bescheidenen Verfassers, geben seinem Werk einen ewig dauernden Werth. Welche Aufschlüsse würden wir aber ohne Bergman's und Rinman's riesenhafte Arbeiten durch die Theorie wohl in der Eisenhüttenkunde erhalten haben? Welchen Nutzen hat überhaupt die Theorie dem practischen Eisenhüttenmann bis jetzt gewährt? Diese Fragen werfe ich auf, um allen schiefen Urtheilen über den Werth oder Unwerth des vorliegenden Werkes, dessen Verfasser freilich weder den Sauerstoff noch den Kohlenstoff kennen konnte, vorzubeugen. Nur ein Fall ist mir bekannt, in welchem die Theorie den practischen Eisenhüttenmann geleitet hat; ich meine die Erzeugung des Gußstahls durch Clouet, der bloß von den Regeln einer gesunden Theorie ausgegangen war und seinen Zweck so herrlich erreichte. Der Chemie gebührt auch der Vorwurf, daß sie bis jetzt so wenig für die Eisenhüttenkunde gethan

than hat, keinesweges; sie muß vielmehr, als eine auf Erfahrungen begründete Wissenschaft, von Erfahrungen ausgehen, und dann erst, wenn sie den Grund des Verfahrens gezeigt hat, kann sie einen Schritt weiter gehen und die Gründe selbst einer Critik unterwerfen. Jene nothwendigen Erfahrungen sind aber lange noch nicht gesammelt und deshalb konnten auch alle die bisherigen Erklärungen des Hohenofen- und Frischprocesses nichts anders seyn, als ein schlecht gerathener Versuch, den Erscheinungen im Großen eine Erklärung anzupassen, die den Begriffen, welche man von dem Proceß hatte, angemessen war. Wie viel weniger ist der Theoretiker also im Stande, die Gründe des Verfahrens bei einem metallurgischen Proceß, dessen Zusammenhang er noch gar nicht einmal kennt, zu prüfen und sie zu verbessern.

Die Uebersetzung mußte, wegen ihrer Vollständigkeit sehr voluminös ausfallen. Der Hr. Verleger wird indeß den Ankauf dieses nützlichen Werkes durch einen niedrigen Preis möglichst erleichtern. Druckfehler von Erheblichkeit sind gewiß nicht stehen geblieben und für typographische Schönheit ist ebenfalls gesorgt.

Breslau, den 1. März 1814.

Karsten.

Vor-

Vorrede des Verfassers.

Künstler und Handwerker, welche rohe Naturerzeugnisse zum Gebrauch für die menschliche Gesellschaft verarbeiten, müssen sich nach den Eigenschaften jener rohen Substanzen richten, weil diese ihnen ein Anhalten geben, wie sie bei der Ausübung ihres Geschäfts zu verfahren haben. Die Untersuchung und Kenntniß dieser Eigenschaften ist daher äußerst wichtig, weil es sonst unmöglich seyn würde, die Gewerbe zu vervollkommnen, neue Anwendungen von den bearbeiteten Stoffen auszumitteln, und vortheilhafte Handgriffe bei der Darstellung der Produkte aufzufinden. Die Wissenschaften würden ohne jene Untersuchungen völlig leer ausgehen.

Unter den rohen metallischen Substanzen verdient das Eisen, als das unentbehrlichste Metall, ohne welches Millionen Menschen nicht leben und ihr Handwerk treiben könnten, gewiß die genaueste Untersuchung. Eisen ist das Mittel zur Gewinnung aller übrigen Metalle; Eisen ist die Masse, woraus

tau-

tausend Sachen, welche Nothwendigkeit, Bequemlichkeit und Luxus eingeführt haben, angefertiget werden. Der Schöpfer hat dies Metall weißlich auf der ganzen Erde verbreitet und es ist nicht zu bezweifeln, daß unter allen Metallen, wahrscheinlich das Eisen zuerst von den Menschen aufgefunden und benutzt worden ist.

Natürlich sollte man deshalb auch voraussetzen dürfen, daß die Erfahrungen vieler tausend Jahre die Eigenschaften dieses Metalles so völlig aufgedeckt haben müßten, daß nichts unbekannt, nichts verborgen, nichts unversucht geblieben ist. Die abweichenden Meinungen der Gelehrten und der Handwerker zeugen aber vom Gegentheil, denn sobald man die Ursachen der mannigfaltigen Zustände des Eisens angeben will, stößt man auf unzählige Schwierigkeiten und gelangt nach vielen Bemühungen endlich doch nur zu der Erkenntniß, daß wir sehr wenig mit Bestimmtheit und Ueberzeugung wissen und daß uns viele Eigenschaften und Eigenthümlichkeiten der Metalle deshalb unbekannt bleiben müssen, weil es die Kräfte eines Einzelnen übersteigt, den Zusammenhang und die Verkettung der Naturkörper unter einander aufzufinden. So lange die Welt steht, werden die Naturforscher daher zu ihren Untersuchungen reichlichen Stoff behalten.

Das Eisen würde indeß in Rücksicht seiner Grundbestandtheile jetzt gewiß bekannter seyn als es ist, wenn sich die Chemiker mehr mit der Untersuchung desselben beschäftiget, und wenn sie nicht den edlen Metallen, wegen ihrer Kostbarkeit, den Vorzug gegeben hätten. So blieb aber die Untersuchung der Eigenschaften des Eisens den Handwerkern überlassen, obgleich ein tieferer Blick schon früher zu vielen neuen und nützlichen Bemerkungen geführt und die

die Gründe des Mißlingens vieler Arbeiten, so wie die anzuwendenden Gegenmittel, aufgedeckt haben würde.

In den Schriften gelehrter Naturforscher, besonders in chemischen Werken, ist des Eisens zwar immer gedacht; allein Einer führt in der Regel wieder an, was der Andere vor ihm schon gesagt hatte. Dieser bleibt bei der Aufzählung der merkwürdigen und sonderbaren Eigenschaften dieses Metalles stehen; Jener rechnet die vielfachen Verfahrungsarten auf, welche angewendet werden, um das Eisen zum medicinischen Gebrauch zuzubereiten; Wenige nur haben es der Mühe werth gefunden eine Anwendung von ihren Untersuchungen und Entdeckungen auf die Künste und Handwerke zu zeigen. Hn. Swendenborgs vortreffliches Werk de Ferro; das Dictionnaire des Arts, Hn. Jars metallurgische Reisen und einige andere Schriftsteller geben zwar eine gute Anleitung zu mehreren in manchen Gegenden und unter manchen Umständen üblichen Schmelzprocessen und Verfahrungsarten zur Gewinnung des Eisens; allein über die Eigenschaften des Metalles geben sie eben so wenig Aufschluß, als sie die Gründe der Verfahrungsarten angeben, und dadurch setzen sie uns außer Stand, die unter diesen oder jenen Umständen vortheilhafteste Methode zu wählen.

Nach meiner Ueberzeugung ist Hr. v. Reaumur der Einzige, der durch vielfache Versuche und durch schwierige Untersuchungen in seinem im Jahr 1722 herausgekommenen Werk: Die Kunst, das geschmeidige Eisen in Stahl zu verwandeln und dem Gußeisen ohne Schmelzung einige Geschmeidigkeit zu verschaffen, — einen richtigen Aufschluß über das Verhalten des Eisens im Feuer zu geben und eine sehr gründliche Erklärung der dabei vorkommenden

den Erscheinungen aufzustellen bemüht gewesen ist. Später aufgetretene Schriftsteller haben die Erfahrungen jenes berühmten Metallurgen sehr gut zu benutzen bewußt, ohne durch eigne Versuche vorzuschreiten, ja sogar ohne die Richtigkeit der von ihrem Gewährsmann aufgestellten Gründe zu prüfen. Hr. Horne hat in seinen im Jahr 1773 herausgegebenen Essays concerning iron and steel Hn. v. Reaumurs Erfahrungen über das Cementiren des Stahls und die dazu mitgetheilten Vorschriften zu berichtigen gesucht, auch die neuern Erfahrungen, welche seit jenem Zeitraum gemacht waren, nachgetragen; aber der Inhalt des Werkes entspricht seinem Titel keineswegs. — Stahlarbeiter finden in Hn. Perret's Memoire sur l'Acier. Paris 1779 die zuverlässigste Nachricht von den Fabrikationsarten des Stahls und die gründlichste Anleitung zu dessen Gebrauch.

Eine viel genauere Kenntniß von den Eigenschaften der Metalle hat Hr. Lewis durch seine chemischen Abhandlungen und Versuche zur Beförderung der Künste und Handwerker, welche zuerst im Jahr 1763 herauskamen, zu verbreiten gesucht. Vom ersten Theil, welcher die Untersuchung des Goldes zum Gegenstand hat, erschien im Jahr 1764 eine deutsche Uebersetzung, unter dem Titel: Geschichte des Goldes und verschiedener damit sich beschäftigender Künste und Arbeiten. Die siebente Abtheilung jenes Werkes, welche die Geschichte des Platin oder des weißen Goldes enthält, ward im Jahr 1766 in deutscher Sprache herausgegeben und man hoffte mit Sehnsucht, daß der fleißige und gelehrte Verfasser, in den weiteren Fortsetzungen jenes Werkes, die Geschichte der übrigen Metalle, also auch die des Eisens folgen lassen würde.

Diese

Diese Hoffnungen sind aber unerfüllt geblieben und dies veranlaßte mich, einige Materialien zur Geschichte des Eisens zusammenzutragen, welche ich jetzt, nachdem die Schwedische Hütten-Societät mein kleines Werk, über die Verfeinerung des Eisens und Stahls, mit Beifall aufgenommen und den Wunsch geäußert hat, meine späteren Erfahrungen zum Nutzen des Publikums bekannt zu machen, um so weniger zurückhalte, als ich sowohl durch die Königl. Bergwerks-Behörde, als auch durch die Hütten-Societät in meinen Arbeiten unterstützt und dazu aufgemuntert worden bin.

Um eine gewisse Ordnung zu befolgen und mich der Methode des Hn. Lewis zu nähern, habe ich das Werk in zehn Abtheilungen gebracht, in denen ich die Eigenschaften und Kennzeichen des Eisens, durch welche es sich von den übrigen Metallen unterscheidet, näher untersuche. Bei jeder Abtheilung findet man eine Hinweisung auf den Nutzen für die gröberen und feineren Eisenarbeiten, für die Metallurgie und für die Künste und Handwerke, welches aus dem Inhaltsverzeichnisse umständlicher hervorgeht.

Zwar habe ich mir, um das Werk nicht zu voluminös werden zu lassen, die Mittheilung fremder Erfahrungen nicht erlaubt; allein der Zweck dieses Werkes gestattete es doch nicht, sie gänzlich zu übergehen. Bemerkungen die von meinen Landsleuten herrühren, wichtige Aufschlüsse, die in fremden, größtentheils wenig bekannten Schriften enthalten sind, und alle Erfahrungen, die durch meine Versuche entweder bestätiget oder dadurch widerlegt werden, konnten daher nicht ausgeschlossen bleiben. Meine eigenen Versuche nehmen oft nur einige wenige Zeilen ein, obgleich sie das Resultat einer Arbeit

heit von mehreren Wochen sind, besonders wenn es darauf ankam, Verfahrungsmethoden, woraus Künstler und Arbeiter ein Geheimniß machen, durch vielfältige Versuche auszumitteln.

Obgleich ich also dem Beispiel anderer Schriftsteller, welche ihre Versuche mit aller möglichen Weitläuftigkeit beschrieben, nicht gefolgt bin; so kann ich doch schwerlich hoffen, von dem Vorwurf, einige Gegenstände zu weitläuftig abgehandelt, andere zu kurz berührt zu haben, völlig freigesprochen zu werden. Ich habe indeß dem Grundsatz treu zu bleiben gesucht, nur dann ausführlich zu seyn, wenn die Wichtigkeit oder die Unbekanntheit des Gegenstandes es mir nöthig zu machen schien, und die mehr bekannten, oder weniger zur Kenntniß des Eisens gehörigen Gegenstände kurz zu berühren. Uebrigens war es mir auch Pflicht, mich nach meinen Lesern zu richten, indem ich voraussetzen mußte, daß ein großer Theil derselben den deutlichen Vortrag der erkünstelten Kürze den Vorzug geben würde. Daß meine Arbeit dennoch unvollständig geblieben ist, will ich gern zugeben; allein Männer von tiefern Kenntnissen und von größeren Erfahrungen werden bei einer geübteren Feder und bei mehrerer Muße durch vorliegendes Werk Gelegenheit zur Mittheilung ihrer Zusätze und Verbesserungen erhalten. Mein erster Zweck beim Entwurf dieses Werks war die Erfüllung des Wunsches der Hütten-Societät, meine Erfahrungen über das Eisen mitzutheilen, ohne daß ich die Absicht hatte, sie durch den Druck allgemein bekannt zu machen; wenigstens glaubte ich nicht daß mit dem Druck so bald vorgeschritten werden und daß derselbe so schnell vollendet seyn würde. Ersteres ist unbezweifelt eine Folge der günstigen Aufnahme welche meine Arbeit bei der Hütten-Societät gefunden hat;

die Beschleunigung des Drucks muß ich hingegen den thätigen Bemühungen des Hn. Segerström zuschreiben. Obgleich dieses Verfahren für mich äußerst schmeichelhaft ist, so gereicht es mir doch zur Entschuldigung, wenn man hier und dort die letzte Feile im Ausdruck und im Vortrage vermissen sollte.

Die Künstler und Handwerker (für welche ich eigentlich geschrieben habe) werden es mir hoffentlich nicht verargen, daß ich die Geheimnisse ihrer Kunst enthüllte. Die Künste können nicht eher gedeihen und zur Vollkommenheit gelangen, als bis die bekannten Verfahrungsarten zur öffentlichen Kenntniß gebracht worden sind. Dies konnte von meiner Seite ohne alle Pflichtverletzung geschehen, weil ich von Niemand Anleitung erhalten, sondern mir durch eine Menge von Versuchen, nach den Grundsätzen der Chemie und Physik, selbst die Bahn gebrochen habe. Daher schmeichle ich mir auch, daß die Künstler hier verschiedene Aufschlüsse erhalten werden, die ihnen mehr Licht über die Gründe ihrer Methode und über die Mittel zur Verbesserung ihrer Verfahrungsweise geben werden, als ihre alten Arkana. Sie werden sich daraus neue Verfahrungsarten und viele unnöthige Versuche ersparen können, weil die in den gedruckten Kunstbüchern enthaltenen Vorschriften in der Regel unrichtig und der Befolgung unwerth sind.

Man erwartet vielleicht in dieser Schrift einen wichtigen Aufschluß über die Bestandtheile des Eisens zu finden, weil man voraussetzt, daß die vielen Versuche mich darauf geführt und daß ich dadurch zugleich den wahren Grund der merkwürdigen verschiedenen Zustände dieses Metalles aufgefunden haben müsse; allein alle meine Versuche haben mich dem Ziel wenig näher gebracht. Hr. Bergman hat in seiner Abhandlung: de analysi ferri, durch meh-

mehrere hundert Versuche den Weg gezeigt, welchen man betreten muß, um einen gründlichen Aufschluß über die Bestandtheile des Eisens zu erhalten; allein auch dieser gelehrte Mann giebt das offene Bekenntniß, daß man erst durch mehrere Erfahrungen und durch fortgesetzte Versuche, zuverlässige Aufschlüsse über viele Erscheinungen, worüber man bereits abgeurtheilt hat, erhalten wird.

Die aufmerksameren Leser werden aus meinen Versuchen nothwendig zu der Einsicht gelangen, daß das Eisen aus mehreren Bestandtheilen zusammengesetzt ist, von denen einige nothwendig zu seiner metallischen Natur gehören, andere aber zufällig sind. Zu den ersteren gehören vor allen Dingen die Eisenerde selbst (die sich unter allen Umständen gleich bleibt) und das Brennbare. Das letztere ist von verschiedener Beschaffenheit, nämlich entweder ein gröberes Brennbares, welches aus mehreren Stoffen besteht und die Verwandlung des Eisens in Stahl bewirkt, aber das Glas nicht zu durchdringen vermag; oder ein feineres Phlogiston, welches das Glas durchdringt und den nicht magnetischen Eisenkalk wieder für den Magnet anziehbar macht, folglich eine feine, wahrscheinlich elektrische Feuermaterie ist. Beide Arten des Brennbaren können sich sehr oft gleichzeitig und in ungleichen Quantitäten im Eisen befinden, und dadurch in den mehrsten Fällen die verschiedenen Eigenschaften des Eisens bewirken. So erlangt das Eisen z. B. nicht eher Geschmeidigkeit, als bis ein Theil des Brennbaren (wenigstens des gröberen) abgeschieden ist, und es wird in dem Verhältniß weniger geschmeidig und auflösbarer in Säuren, je mehr das Phlogiston in demselben überhand nimmt.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß das Eisen eine salzartige Substanz enthält, oder richtiger, daß die

dephlo-

dephlogistisirte Eisenerde, oder der sogenannte Eisencrocus (nämlich die Eisenerde oder die Grundlage des Eisens) eine wirkliche, eigenthümliche Säure ist, welche noch einen Antheil von Phlogiston enthält, den die Kunst bisher noch nicht abzuscheiden vermogt hat. Das Verhalten des Arsenik, welches aus dem metallischen Zustande in den Zustand der Säure versetzt werden kann, und umgekehrt, giebt dieser Vermuthung einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit. Beim Molybdän finden wir ein ähnliches Verhalten, und nach der Analogie läßt es sich bei allen übrigen Metallen vermuthen, obgleich die eben gedachte Umwandlung bisher nur bei den genannten beiden Metallen hat möglich gemacht werden können.

Zu den zufälligen Bestandtheilen gehört vorzüglich das Mangan, denn es giebt nur sehr wenig Eisenerze, die nicht mehr oder weniger von diesem Metall, dessen Beimischung auf die Natur des Eisens gewiß einen großen Einfluß hat, enthalten. Fremde Säuren, vorzüglich die Vitriolsäure, verursachen den Rothbruch in allen seinen verschiedenen Abstufungen. Der Kaltbruch entsteht höchst wahrscheinlich durch einen eigenthümlichen metallischen Grundstoff, dessen Regulus das sogenannte Wassereisen ist. Verschiedene, nahe mit dem Eisen verwandte Halbmetalle z. B. Zink, Arsenik, Nickel und Kobalt brechen auch zuweilen, obgleich selten, und in Schweden gar nicht, mit den Eisenerzen. Auf verschiedenen ausländischen Hütten giebt sich aber der Zink oft durch den blumigen Ansatz auf der Gicht im Hohenofen, und der Arsenik durch den Knoblauchgeruch zu erkennen. Der Nickel mag vielleicht einige Eisenkalke zuweilen grün färben und der Kobalt verursachte ohne Zweifel den blauen Glasfluß, den ich einmal bei der Behandlung des deutschen Stahls erhielt.

erhielt. Die versteckten Beimischungen von Kupfer, Zinn oder Blei will ich hier übergehen.

Hieraus läßt sich abnehmen, wie weit eine genaue Untersuchung des Eisens führt; es scheint mehr ein Metallgemisch als ein einfaches Metall zu seyn, und häufig ist sein verschiedenes Verhalten eine bloße Folge des Verfahrens beim Schmelzproceß. Hier muß ich aber abbrechen, um den Leser nicht abzuschrecken, oder ihn abzuhalten, sich aus dem Werk selbst nähere Belehrung zu verschaffen, weil meine Vorrede in beiden Fällen ihrem Zweck sehr schlecht entsprechen würde.

Bei einer sorgfältigen Lektüre und bei genauer Prüfung wird man bald finden, daß der Gegenstand keinesweges erschöpft ist und daß er noch eine gründlichere Untersuchung erfordert. Ich empfehle meine Schrift der nachsichtigen Beurtheilung der Leser, nehme alle Belehrungen mit aufrichtigem Dank an und wünsche, daß dieses Werk Veranlassung geben möge, durch fortgesetzte Versuche und Erfahrungen das Eisen, dieses problematische Metall, genauer kennen zu lernen.

Eskilstuna, den 30. September 1782.

Sven Rinman.

Geschichte des Eisens.

Digitized by Google

Erste Abtheilung.

Von der Farbe des Eisens.

§. 1. Von der äußern Farbe.

Gewöhnlich sieht man die lichtgraue Farbe für ein Kennzeichen an, wodurch sich das auf der Oberfläche gereinigte Eisen von den übrigen Metallen unterscheidet. Weil die Farbe aber von der innern Beschaffenheit und von der äußern Reinheit des Eisens abhängt, und daher in ihrer Höhe, oder in der Schattirung sehr verschieden seyn kann, indem sie bald lichter, bald dunkler ist, bald ins bläuliche fällt u. s. f.: so stimmen die Mineralogen und Metallurgen selten überein, ob man sie grau, schwarzblau oder lichtgrau nennen soll. Um ein gewisses Anhalten zu haben, wollen wir die letzte Bezeichnung beibehalten. Ueberhaupt kann indeß die Farbe, bei Metallen, deren Grundfarbe gewöhnlich weis ist, (Gold und Kupfer also ausgenommen) aber häufig ins Blaue, wie beim Blei und Zink, ins Gelbe, wie beim Wismuth, ins Rothe, wie beim Nickel, ins Schwarze, wie beim Kobalt u. s. f., abweicht, kein eigentliches Unterscheidungs-Kennzeichen abgeben. — Im Allgemeinen läßt sich annehmen, daß lichtere oder weißere Farben, entweder auf ein härteres und stahlartiges, oder auf ein kaltbrüchiges Eisen; dunklere, bläuliche oder schwarzblaue Farben aber auf ein weicheres Eisen hindeuten.

Bekanntlich hängt die größere oder geringere Intensität der weißen Farbe von der größeren oder gerin- ge-

geren Menge der Lichtstrahlen ab, welche von der Oberfläche der Körper zurückgeworfen werden; umgekehrt aber werden die Lichtstrahlen von den dunklen oder schwarzen Farben mehr oder weniger eingesogen, je nachdem sich das Lichtgraue mehr ins Dunkelgraue oder Schwarze zieht. Eben diese Erscheinung findet auch beim Eisen statt. Das Eisen, welches die mehrsten Lichtstrahlen zurückzuwerfen vermag, und sich also der weißen Farbe am mehrsten nähert, muß aus jenem Grunde auch das härteste seyn, oder die wenigsten Poren und Zwischenräume enthalten, es muß sich dem metallischen Zustande am mehrsten nähern, und, wenn ich mich so ausdrücken darf, frei von zu sehr oder zu wenig reducirter Eisenerde seyn, weil dadurch eine dunklere Farbe hervorgebracht werden würde. — Das härteste Eisen muß in demselben Volum auch die mehrste Materie enthalten, folglich am schwersten seyn, oder dem Stahl (auch in Ansehung der Härte) desto näher kommen, je weißer oder lichter die Farbe ist, welche es besitzt. Die Erfahrung bestätiget es auch stets, daß der härteste, feinste und festeste Stahl, die weißeste Farbe, sowohl auf seiner polirten Oberfläche, als auf dem frischen Bruch besitzt; und mit einem geübten Auge kann man sogar von der verschiedenen Höhe der weißen Farbe auf die Beschaffenheit des Stahls schließen, oder wenigstens mit ziemlicher Gewißheit beurtheilen, ob man hartes Eisen oder wirklichen Stahl vor sich hat.

Es versteht sich übrigens von selbst, daß der Stahl ganz rein und frisch polirt seyn muß, denn durch das viele Betasten erhält er eine dunklere, folglich schwärzere Farbe, wovon die Ursache in der Folge (§. 228, 7. b. c.) wenn ich vom Etzen reden werde, einleuchten wird. Einige Schriftsteller sind hierdurch veranlaßt worden, die etwas mehr dunkelgraue Farbe auf der Oberfläche als ein Unterscheidungskennzeichen des Stahls vom Eisen anzugeben, welches jedoch mit der

Er-

Erfahrung durchaus nicht übereinstimmt. Weil aber das reine kaltbrüchige Eisen, wegen seines harten, glatten und glänzenden Korns, äußerlich ebenfalls eine weiße und lichtgraue Farbe annimmt, die der des Stahls auffallend nahe kommt, so ist es unmöglich, das harte Eisen vom Stahl durch die lichte Farbe allein, gehörig zu unterscheiden. Noch mehr ist dies bei dem weißen, grellen Roheisen der Fall, welches durch das Schleifen und Poliren äußerlich ganz weiß, hart und etwas ins hellgelbe fallend, wird, ohne sonst die Eigenschaften des geschmeidigen Eisens oder des Stahls zu besitzen. Eisen, welches sich bei der Behandlung mit einer guten, scharfen Feile, weich und zähe zeigt, äusserlich eine gleichförmig lichtgraue Farbe besitzt, und sich durch einen durchgängig zackigen, körnigen Bruch (von der Art, wie ich ihn im folgenden §. unter c. beschreiben werde) auszeichnet, kann man sicher als das beste und reinste Eisen zu den feinsten polirten Arbeiten anwenden. Von dieser Güte sind aber unsere gewöhnlichen Eisensorten nicht, sondern man muß solches Eisen mit Vorsicht und Sachkunde aussuchen. Gewöhnlich ist die reine, äußere Oberfläche des Eisens (nur vom Stabeisen ist jetzt die Rede) entweder von dunklerer oder lichterer grauer Farbe, mit kleinen schwarzen Flecken oder Streifen versehen, und dies gehört dann in der Regel, in Rücksicht seines Korns oder Bruches, zu dem sehnigen Eisen, welches zu polirter Arbeit nicht zu gebrauchen ist. Oder er scheint aus lichteren und dunkleren Adern oder Rändern zu bestehen, die entweder mit einander parallel laufen, oder sich schlangenartig winden, (wie beim damascirten Eisen) von denen dann die weißesten Ränder gewöhnlich die härtesten sind. Da, wo sich die Ränder mit einander zu verbinden scheinen, findet man häufig feine, schwarze Streifen, welche die Schmiede Aschenlöcher (Frat) nennen, die oft gar nicht eher als beim Poliren zum Vorschein kommen,

men, wodurch dann der Nachtheil um so größer wird. Oder es zeigen sich kleine, lichte, harte und glänzende Flecken, die man (Kieselkörner) (Flintkorn) nennen könnte, welche die härtesten Feilen verderben, so, daß dieses Eisen ebenfalls nicht zu feinen Arbeiten gewählt werden darf. Ganz vorzüglich muß man sich aber für das Eisen hüten, welches schwarze Flecken, lichte Ränder und Kieselkörner, also alle diese Fehler zugleich besitzt. — Das kaltbrüchige Eisen, ist dem feinsten Eisen, wie ich schon bemerkt habe, in Rücksicht der Politur auf der Oberfläche zwar außerordentlich ähnlich; ersteres läßt sich indeß durch das Feilen leicht erkennen, es hat im Bruch das Ansehen einer spröden Metallmischung, und giebt einen feinen, zarten Feilspan, der nicht so scharfkantig ist, und nicht so viele kleine Spizzen hat, wie der von dem zähen Eisen. *) — Wenn man ein Stück Eisen und ein Stück Stahl, die beide geschliffen und dann auf der Scheibe polirt sind, mit einander vergleicht, so unterscheiden sie sich gewöhnlich dadurch, daß sich die lichte Farbe des Stahls etwas ins gelbe, die des Eisens aber noch mehr ins lichte oder bläuliche zieht, und zwar desto mehr, je weicher das Eisen ist.

Ich muß übrigens noch einmal bemerken, daß alles, was ich hier von der Farbe des Eisens und des Stahls gesagt habe, nur dann Anwendung findet, wenn sich das Metall im polirten und reinem äußeren Zustande befindet; denn wenn die Oberfläche von irgend einer Säure angegriffen ist, so tritt gerade das Gegentheil ein, indem das härteste Eisen oder der Stahl eine dunkelgraue annimmt, und das weichste Eisen eine lichtere oder weißere Farbe behält, wie ich weiter unten (§. §. 228, 229.) zeigen werde. Wenn man aber die innere Beschaffenheit nach der äußern Farbe beurtheilen will, so müssen alle zum Vergleichen bestimmte Stücke

auf

*) Der Feilspan vom kaltbrüchigen Eisen ist mehr körnig als zackig.

auf dieselbe Art und bis zu einerlei Grade der Feinheit polirt werden, weil die Behandlungsart und die zum Poliren anzuwendenden Materialien, wie ich ebenfalls weiter unten zeigen werde, auf die Farbe einen großen Einfluß haben.

§. 2. Vom Ansehen des Eisens auf dem Bruch.

Mit größerer Sicherheit läßt sich von dem Ansehen auf dem frischen Bruch, auf die Eigenschaften des Eisens schließen. Hier findet man bald unzählige Verschiedenheiten, von der glänzendsten weißen, bis zur dunkelsten und zuweilen sogar bis zur schwarzen Farbe. Nimmt man dazu noch die Verschiedenheiten des Eisens in der Textur, im Korn oder in der sehnigen Beschaffenheit zu Hülfe, so werden die Kennzeichen für die verschiedenen Arten des Eisens noch deutlicher. — Es hält indeß sehr schwer, diese Kennzeichen aus Beschreibungen kennen zu lernen; lange Uebung und Erfahrung helfen am sichersten aus. Hr. v. Reaumur hat sich in seiner bekannten Abhandlung: Ueber die Umänderung des Eisens in Stahl, *) alle mögliche Mühe gegeben, die Verschiedenheiten der Eisensorten in der Farbe, in der Textur und im Bruch zu beschreiben und durch Zeichnungen zu erläutern, auch durch Versuche auszumitteln, welche Eisensorte zum Stahlcementiren am tauglichsten ist.

Hier kann ich im Allgemeinen nur bemerken, daß das Eisen, neben den vorhin erwähnten Abstufungen in der Farbe, seiner Textur nach entweder körnig (grynigt) oder sehnig (tågigt) oder gemengt (blandadt) nämlich aus Körnern und Sehnen zusammengesetzt, vorkommt. Eigentlich gehört es zwar nicht zum Zweck dieser Abhandlung, die Verschiedenheiten der Textur der Eisensorten auf dem Bruch näher anzugeben, weil man aber die

*) L'art de convertir le fer forgé en acier à Paris 1722 und 1778. Eine Uebersetzung dieses wichtigen Werkes ist mir nicht bekannt.

die Farbenabstufungen, ohne eine Kenntniß von der Textur und von dem Gefüge des Eisens zu haben, weder gehörig erkennen, noch richtig beurtheilen kann, so muß ich darüber Folgendes anführen.

1. Körniges Eisen.

Hievon giebt es mehrere Unterarten.

a. **Grobkörniges Eisen**, (grofkornigt) mit großen vieleckigen Körnern, spiegelnden Flächen, treppenförmig zusammengehäuft, ins Bläuliche fallend. — Dies Eisen hält man gewöhnlich für **kaltbrüchig** *), indeß müssen noch andere Eigenschaften hinzukommen. Wenn es nämlich zu dünnen Stäben ausgereckt wird, kann sich die Größe des Korns zwar etwas vermindern, es bleibt aber doch immer grobkörnig, weil es sich auf keine Weise, weder durch Schmieden, Gerben, durch Schweißhitze noch durch Cementiren weiter verändert. Am zweifelhaftesten wird dieses Kennzeichen des Kaltbruchs bei dem **verbrannten Eisen** (brändt Järn) welches dann entsteht, wenn das Eisen beim Schweißen nicht sorgfältig genug mit Schlacke bedeckt gewesen ist. Dieses verbrannte Eisen findet sich indeß nur in einer oder der andern Stelle eines Eisenstabes; die Farbe ist weißer *) und das Korn blättriger oder schuppiger als beim kaltbrüchigen Eisen. — Schwerer ist das kaltbrüchige Eisen von dem rohen oder schlecht gefrischten **Eisen** zu unterscheiden, welches sehr häufig in groben schimmernden Körnern vorkommt. Diese Körner pflegen aber selten allein zu seyn, sondern sie wechseln mit Sehnen ab; auch ist die Farbe etwas dunkler,

*) Die glatten Flächen, an denen man durch wiederholtes Glühen und Schmieden nicht das geringste Zackige bemerken kann, sind charakteristisch für den Kaltbruch. Das nicht kaltbrüchige, sondern gute körnige Eisen unterscheidet sich bei einiger Uebung durch die zackige Beschaffenheit des Korns.

*) Nämlich die äußere Farbe; im Bruch spielt aber die Farbe des verbrannten Eisens mehr ins Blaue, und die des kaltbrüchigen mehr ins Silberweiße.

ler, als die des kaltbrüchigen Eisens. — Der etwas hartgebrannte und noch ungereckte Stahl sieht dem kaltbrüchigen Eisen ebenfalls sehr ähnlich, indeß zeigen sich die Körner des Stahls, bei genauerer Untersuchung, besonders unter dem Mikroskop, nicht so glänzend und glatt, als die des kaltbrüchigen Eisens, sondern sie scheinen überall mit kleinen Sehnen umgeben zu seyn, sobald gutes Eisen zum Stahl angewendet worden ist. Hartgebrannter Stahl hat außerdem eine mattere, gelblich weiße Farbe; das kaltbrüchige Eisen spielt ins Blaue und hat glänzende glatte Körner. *)

b. **Großschuppiges Eisen**, (granngrynigt) schimmernd, von bläulicher oder dunkler Farbe, das Korn ist nicht so ausgezeichnet eckig, sondern mehr schuppig. Farbe und Textur bezeichnen ein nicht sehr starkes Eisen, welches in der Brüchigkeit dem kaltbrüchigen Eisen am nächsten kommt, aber doch noch stark genug ist, dem Brechen zu widerstehen. **)

c. **Großzackiges Eisen**, (granngnistrigt) von silberweißer Farbe, mit unregelmäßigen, gleichsam sehnigen Körnern, die weder vieleckig noch schuppig sind. Diese Eigenschaften bezeichnen gewöhnlich das beste, dichteste und gleichförmigste Eisen, welches durch die Feile eine ganz reine Oberfläche erhält, und sowohl von lichteren und dunkleren Streifen, als auch von undichten und harten Körnern, wodurch so viele gefeilte Arbeiten verdorben werden, frei ist. ***) Wenn es zu dünnen Stäben ausgereckt wird, erhält es eine sehnige Tex-

*) Durch wiederholtes Schmieden erhält der Stahl ein feines Korn, das kaltbrüchige Eisen aber bleibt grobkörnig. Daß das kaltbrüchige Eisen ins Blaue spielen soll, ist mit Einschränkung, und nur im Vergleich gegen die Farbe des Stahls zu verstehen.

**) Dies Eisen ist schwer von dem rohen oder schlecht gefrischten Eisen zu unterscheiden. Die Farbe giebt das beste Anhalten, indem die dunkle Farbe bei diesem Eisen, welches sich der kaltbrüchigen Art sehr nähert, auf die rohe Beschaffenheit desselben schließen läßt.

***) In diesem Zustand ist das Eisen aber, wie Hr. R. auch weiter unten anführt, kaum zu erhalten.

Textur. Zuweilen ist der Bruch so fein, als der des matt gesottenen Silbers, er zeigt dann kein bemerkbares Korn, sondern Sehnen, worin Eisen von anderem Korn eingesprengt zu seyn scheint. Dies ist das vollkommenste Eisen, allein es ist sehr zu bedauern, daß es nie rein, sondern immer nur mit anderem Eisen gemengt, vorkommt.

d. **Feinschuppiges Eisen** (Fingrynigt) ist eigentlich Stahl, oder stahlartiges Eisen von grauer Farbe. Es ist desto härter, je weißer oder gelblicher die Farbe, und je feiner das Korn sind. Hierauf werde ich weiter unten noch zurückkommen. *)

2. Sehniges Eisen.

Es widersteht dem Brechen im kalten Zustande sehr, und muß unter einem stumpfen Winkel, und zwar oft, hin und her gebogen werden, ehe es bricht. Im Bruch ist es durchaus zackig und sehnig. Vom sehnigen Eisen lassen sich folgende Unterarten unterscheiden:

a. **Kurzsehniges Eisen**, (Korttågigt). Es ist fast von schwarzer Farbe und zeigt auf dem Bruch durchaus nur scharf abgebrochene Sehnen, die das Ansehen eines quer durchgebrochenen Stückes Holz haben. Man hält es für sehr weich und geschmeidig, aber es widersteht dem Biegen und der Abnutzung nicht sehr. **)

b. **Langsehniges Eisen**, (långtågigt) von einer etwas lichtern, aber doch noch dunklen Farbe. Das rothbrüchige Eisen sieht gewöhnlich so aus. Wenn das Eisen diesen Fehler in einem geringen Grade hat, so ist es das allerzäheste, läßt sich mit aller Gewalt werfen und

*) Zur Anfertigung des Cementirstahls ist dies harte Eisen vorzüglich geschickt. Rein ausgefrischt, giebt es ein vortreffliches Stabeisen.

**) Dies Eisen ist in jedem Betracht für den Gebrauch, schlecht zu nennen. Man pflegt die Sehnen Fauladern und das Eisen faulbrüchiges Eisen zu nennen.

und oft hin und her biegen, ehe es bricht. Zu groben Arbeiten ist es sehr gut zu gebrauchen. *)

c. **Dünnsehniges Eisen**, (bladigt), scheint aus wirklichen Blättern oder Lamellen zusammengesetzt zu seyn, hat eine lichtgraue Farbe, besitzt die Tugend des langsehnigen Eisens in Rücksicht der Stärke, ohne mit ihm den Fehler zu theilen, in der Rothglühhitze unter dem Hammer zu brechen. Es ist daher ein gutes, zähes Eisen, wenigstens das beste unter dem sehnigen; hat aber den Fehler mit allem Eisen aus dieser Klasse gemein, daß es beim Poliren undichte Stellen zeigt. **)

3. Gemengtes Eisen.

Von sehr verschiedener, dunklerer und lichterer grauer Farbe, mit mannigfaltigen Abänderungen des Korns, der Sehnen und Lamellen, die stellenweise mit einander zugleich vorkommen, so daß man auf dem Bruch zuweilen alle die vorhin genannten Abänderungen in den verschiedensten Graden der Feinheit und Farbe warnehmen kann. — Von dieser Beschaffenheit ist unser mehrstes Eisen, besonders von den Hütten, wo Erze von verschiedener Art im Hohenofen verschmolzen werden, wo man in den Frischfeuern Roheisen von unbekannter oder zweifelhafter Natur verarbeitet, und wo die Schmiede entweder nicht gehörig unterrichtet sind, oder nicht hinlänglich angehalten werden, auf die Güte ihrer Fabrikate zu sehen. ***). Man kann es indeß von kei-

*) Das schlesische Eisen gehört mehrentheils zu dieser letzten Sorte und nähert sich dem dünnsehnigen Eisen, sobald der Frischer mit seinem Proceß gehörig bekannt ist, und die Arbeit nicht verwahrloset.

**) Durch einen schlechten Frischproceß bleibt dies Eisen roh, oder wird faulbrüchig; gaar ausgefrischt, schließt es sich dagegen an dem zackigen Eisen an, und ist diesem letzteren — wenn eine Politur bis zum höchsten Grad der Feinheit kein Haupterforderniß ist — sogar vorzuziehen, weil es leichter schweißt und nicht so leicht stahlartig wird. In Schlesien werden aus diesem Eisen die haltbarsten Gewehrläufe geschmiedet.

***) Es ist zu bedauren, daß leider oft die Gewinnsucht des Eigenthümers, und — was jezt vorzüglich alle Staaten, die Eisen

keinem Frischer, der die gewöhnliche Verfrischungsart beibehalten muß, und an Haushaltsprincipien gebunden ist, verlangen, daß er das Eisen so bearbeitet, daß jeder Stab ein gleichartiges Ansehen im Bruch erhält.

§. 3. Bemerkungen über die Kennzeichen des Eisens an der Farbe und am Bruch.

Wie nützlich es ist, die Güte des Eisens aus seiner Farbe und aus dem Bruch beurtheilen zu können, das wird sich in der Folge (§. 272.) wenn ich vom Verhalten des Eisens bei der Stahlbereitung reden werde, noch näher zeigen. Um indeß mit einiger Sicherheit, von der Farbe des Eisens und von seinem Ansehen auf dem Bruch, auf die Eigenschaften desselben, und auf die darauf beruhende Brauchbarkeit zu den sehr verschiedenartigen Zwecken schließen zu können, muß ich noch einige Bemerkungen hinzufügen, die man wohl zu berücksichtigen hat, wenn man mit Zuverlässigkeit urtheilen will.

a. Um die Abänderungen des Korns und der Farbe deutlich bemerken zu können, muß man Eisen in starken Stangen, etwa einen Zoll im Quadrat, und noch stärker, nehmen, denn bei schwächeren Stäben wird entweder die Textur verändert, oder es kann kein Querbruch statt finden.

b. Die Stange muß auf einer Seite etwas mit dem Meißel eingehauen, und auf eben dieser Seite, wo

exportiren, hart drückt — der äußerst niedrige Preis des Eisens, Veranlassung geben, den guten Ruf einer sonst vortrefflichen Eisensorte, durch schlechte Fabrikation zu untergraben. Ich zweifle nicht, daß Schweden in diesem Augenblick mit Schlesien ein gleiches Schicksal theilt, obgleich es mir unbekannt ist, welche Vorkehrungen der Staat getroffen haben mag, die Güte des schwedischen Eisens zu bewahren, denn die Kasse, welche in Stockholm zur Unterstützung armer Gewerken errichtet ist, (Eisencomptoir) erfüllt ihren Zweck in gewöhnlichen Zeiten zwar auf eine musterhafte Art; allein die jetzige außergewöhnliche Lage der Dinge erfordert Maaßregeln, die zur Erhaltung des Ganzen nothwendig sind, wenn sie gleich die Freiheit des Einzelnen zu beschränken scheinen.

wo der Meißel eingesetzt worden ist, quer abgeschlagen werden, ohne sie hin und her zu biegen, weil dadurch das Ansehen auf dem Bruch verändert werden würde.

c. Die Stange muß an mehreren Stellen untersucht werden. Oft finden nämlich in Entfernungen von 3 bis 4 Zoll große Verschiedenheiten statt, indem der eine Bruch das Ansehen eines gemengten Eisens von ungleichem Korn, Sehnen oder Fasern haben kann, und der nächste, vielleicht nur ein paar Zoll davon entfernte Bruch, ein, bloß durch die Farbe oder Feinheit verschiedenes, gleichförmiges Korn zeigt.

Wenn sich das feine und dichte Eisen an irgend einer Seite des Eisenstabes aushaltend fortzieht, oder wenn man überhaupt ein gutes Stück Eisen in der Stange auffindet, so halten die Arbeiter, welche feine Schmiedearbeit machen, dies gute Eisen nicht selten sorgfältig und mühsam mit dem Meißel aus, um nicht durch schlechtes Eisen Mühe und Zeit zu verlieren *). Von den Kennzeichen des Eisens habe ich in meiner Abhandlung: Von Verfeinerung des Eisens und Stahls 1772. **) mehrere angeführt, werde auch in diesem Werk (§. 84). noch wieder darauf zurückkommen.

§. 4. Von der Farbe des Roheisens.

Was beim geschmiedeten Eisen in Rücksicht der Farbe gesagt worden ist, findet auch beim Roheisen statt. Je dunkler und schwärzer das Roheisen nämlich äußerlich sowohl als im Bruch erscheint, desto mürber und weicher zeigt es sich. Das sehr gaare Roheisen, welches im Bruch dunkelgrau, eigentlich schwarz und grobkörnig ist, verhält sich daher gegen Feile und Mei-

ßel

*) Dies ist nur von feinen Arbeiten zu verstehen, die den höchsten Grad der Politur erhalten sollen.

**) Anledningar til Kunskap om den gröfore Järn-och Stalförädlingen och defs förbättrande, Stockholm. 1772. Die zu Wien im Jahre 1790. herausgekommene Uebersetzung dieses Werkes befindet sich in den Händen aller Eisenhüttenmänner.

sel fast eben so als das geschmiedete Eisen, nur ist es nicht so zähe als dieses. Je weißer das Eisen dagegen im Bruch ist, desto mehr widersteht es den Angriffen der Werkzeuge, ja oft in einem höhern Grade als der härteste Stahl. Polirtes Roheisen kann von polirtem Stabeisen, oder richtiger, von polirtem Stahl, durch die Farbe nicht unterschieden werden, denn die lichte Farbe des Roheisens spielt gewöhnlich ins Gelbe.

Weißes, feinkörniges Roheisen nimmt fast dieselbe Politur als der Stahl an, und kann zu vielen Sachen angewendet werden. Besonders habe ich Pletteisen von solchem Roheisen gesehen, die sowohl im äußeren Ansehen als beim Gebrauch, die geschmiedeten übertrafen, und durch die Bolzen gleichförmiger und länger erhitzt wurden. — Ohne Zweifel würde man aus solchem Eisen auch mit leichter Mühe sehr gute Stahlspiegel anfertigen können, wenn man nicht befürchten müßte, daß sie dem Verderben durch den Rost leicht ausgesetzt wären, welchem man indeß durch irgend einen Zusatz abzuhelfen bemüht seyn sollte. Zu Carron in Schottland macht man viele feine Gußwaaren, welche durch die Politur einen eben so hohen Glanz als Stahl erhalten.

Auf dem Bruch zeigen sich alle Abänderungen der Farben, in allen Graden der Höhe, vom dunkelsten Schwarz, bis zum hellsten Weiß, so wie auch alle Abänderungen des Korns von dem gröbsten schwarzen Korn, mit allen möglichen Abstufungen bis zur spiegelblanken, dichten Fläche, weit deutlicher. Mit diesen verschiedenen Graden der Farbe und des Kornes stehen, wie ich schon angeführt habe, eben so viele Grade der Härte, im Verhältniß; allein von der Farbe des Roheisens kann man nur einen sehr unzuverlässigen Schluß auf die Art des daraus zu erzeugenden Stabeisens machen, weil die Farbe größtentheils zufällig ist, und theils von dem Hitzgrade, bei welchem das Roheisen

erblasen ward, theils von seiner schnellern oder langsamern Abkühlung abhängt. — Oft haben indeß auch die verschmolzenen Erze auf die Farbe des Roheisens Einfluß*), und in diesem Fall kann sie allerdings ein Kennzeichen mit abgeben. Ein großer Theil unserer Dürr- oder Blutsteinartigen Eisenerze, giebt ein lichtgraues Roheisen, woraus stets gutes, weiches Stabeisen erfolgt. Geben die Erze aber ein rothbrüchiges Eisen, so bekommt es gewöhnlich eine weiße Farbe, es sey denn, daß man beim Verschmelzen im Ofen wenig Erz auf die Kohlen setzt. **)

Bei der Vergleichung mehrerer Stücken findet man bald, daß die weiße Farbe, auch beim Roheisen, vielen Abänderungen unterworfen ist. Wenn diese Farbe natürlich, und nicht durch schnelle Abkühlung entstanden ist, zeigt gewöhnlich die ins gelbliche fallende weiße Farbe ein rothbrüchiges Eisen an, besonders wenn der Bruch zugleich ein verworrenes Ansehen, wie das eines durchgebrochenen Käses hat ***); je mehr sich die Farbe des Roheisens aber ins Lichtblaue zieht, und je spiegelnder die Textur wird, desto besseres Stabeisen kann daraus

*) Das heißt, bei einem gleich starken Erzsatze auf dem Hohenofen.

**) Die Schwedischen Eisenhüttenmänner theilen die Eisenerze in für sich schmelzbare (sjelfgående) Erze, in Dürrsteinerze und Quicksteinerze ein. Diese Eintheilung hat aber keinen wissenschaftlichen Grund, sondern sie ist das, durch Erfahrung aufgefundene Resultat des Verhaltens der Erze beim Verschmelzen im Hohenofen. Ob ein Erz zu dieser oder jener Klasse gehört, wird mehrentheils durch die beibrechenden Gebirgsarten bestimmt, und eine und dieselbe Eisenerzgattung z. B. Eisenglanz kann sowohl ein Dürrsteinerz als ein Quicksteinerz seyn, je nachdem es sich durch die beibrechenden Gebirgsarren im Hohenofen streng- oder leichtflüssiger verhält und im ersten Fall mehr geneigt ist, ein graues, im letzten Fall ein weißes Roheisen zu geben. Für den Hohenofenmeister ist die Beurtheilung der Erze in Rücksicht ihrer Streng- und Leichtflüssigkeit sehr wichtig, weil die zweckmäßige Gattirung und der Erzsatz davon abhängen; auf die Güte des Eisens läßt sich aber aus dem Verhalten der Erze im Hohenofen nicht immer ein zuverlässiger Schluß machen.

***) Von diesen Kennzeichen läßt sich auf ein im höchsten Grad rothbrüchiges, schlechtes Eisen schließen.

aus gemacht werden. Die erste Eisenart kommt im Bruch dem Wismuth, die zweite dem Zink nahe. Von der Beschaffenheit des zuletzt angeführten Eisens, habe ich besonders das Roheisen gefunden, welches aus den Småländischen Bergerzen vom Taberge geblasen wird *).

Ueber die Verschiedenheit der Farbe des Roheisens werde ich später, in der zehnten Abtheilung, noch mehreres anzuführen Gelegenheit haben. Ausführlich handelt Hr. v. Reaumur in der ersten Abtheilung seiner Schrift: l'art d'adoucir le fer fondu, diesen Gegenstand ab. Hr. Jars gesteht in seinen Voyages metallurgiques, daß die Farbe und Textur des Roheisens nicht immer über die größere oder geringere Reinheit desselben entscheide **), und daß das weiße Roheisen, welches er für weniger rein hält, oft eben so frei von fremden Theilen, als das graue seyn könne. Hr. v. Reaumur sucht aber darzuthun, daß das weiße Roheisen das reinste sey, weil alles graue Roheisen weiß wird, wenn man es mehrere male umschmelzt. Hr. Jars legte von einem und demselben grauen Roheisen zwei Stücke in zwei gleiche Tiegel und schmolz sie in gleichem Feuergrade, gleich lange. Das geschmolzene Roheisen aus dem einen Tiegel, welches sogleich in eine dünne, platte Form gegossen ward, war sehr hart und weiß geworden, während das Eisen in dem anderen Tie-

*) Das Erz, welches dieses vortreffliche Eisen giebt, ist bekanntlich gemeiner Magnet-Eisenstein. Durch das Bruchansehen, nämlich durch die Farbe und durch die Textur, läßt sich indeß sehr schwer bestimmen, ob das Roheisen ein gutartiges oder ein kaltbrüchiges Stabeisen geben wird, indem das weißgeblasene kaltbrüchige Roheisen auf dem frischen Bruch ebenfalls ins Blaue spielt und ein strahliges Ansehen hat. Im Allgemeinen hat das gutartige weiße Roheisen freilich einen Stich ins blaue, das rothbrüchige ins gelbe und das kaltbrüchige ins silberweiße; allein der geübteste Eisenhüttenmann wird sich schwerlich vermessen, von dem Bruchansehen des weiß erblasenen Roheisens einen untrüglichen Schluß auf die Güte des Eisens zu machen.

**) S. 27. im 1. Th. der deutschen Uebersetzung vom Hrn. Geh. Finanz Rath Gerhard. Berlin 1777.

Tiegel, welches er mit Kohlen langsam in demselben erkalten ließ, ganz grau, beinahe schwarz, weich und halbgeschmeidig geblieben war. Hieraus glaubt Hr. Jars schließen zu dürfen, daß graues Roheisen nur durch plötzliches Abkühlen eine weiße Farbe erhält und Härte annimmt. — Ich habe diesen Versuch wiederholt und ihn richtig gefunden; man darf aber daraus nicht schließen, daß alles weiße Roheisen durch plötzliches Abkühlen entsteht, denn aus dem Folgenden wird es einleuchten, daß dabei Ausnahmen statt finden. Hier bemerke ich nur, daß das weiße Roheisen, welches man durch Uebersetzung des Hohenofens mit gutartigen Erzen erhält, wodurch grelles oder schwachhalbirtes Roheisen erzeugt wird, fremde, glasige Theile, in kleinen Partikelchen eingemengt, enthalten kann; daß sich aber das weiße Roheisen, welches aus schlecht gerösteten, rohen oder rothbrüchigen Erzen erblasen wird, durch langsames Abkühlen nicht in graues, gaares oder weiches Roheisen umändern läßt, sondern immer weiß und hart bleibt, es mag nach dem Schmelzen schneller oder langsamer erstarren.

§. 5. Wie die Farbe des Eisens durch das Feilen ausgemittelt werden kann.

Die wahre Farbe des Eisens kann durch verschiedene Umstände, durch die Wirkungen des Feuers, oder durch den Rost, auf der Oberfläche verändert und unkenntlich gemacht werden. In der vierten Abtheilung werden wir diese Veränderungen und ihre Ursachen näher kennen lernen; wir werden sehen, wie sich die Farben vom ersten Anlaufgrade bis zum Glühen verändern, welchen Einfluß die etzenden Flüßigkeiten auf die Farbe haben, und endlich, welche Wirkungen die Bedeckung des Eisens mit Rost hervorbringt. Zuvor müssen wir aber sehen, wie die wahre Farbe des Eisens entblößt und dargestellt werden kann.

Ge-

Gewöhnlich bedient man sich dazu der Feile, von deren Verfertigung ich weiter unten (§. 280.) reden werde. Wie man die Feile zu gebrauchen hat, wird hier wohl am schicklichsten Ort stehen, obgleich ich nur ganz bekannte Regeln angeben kann. — Um das Eisen leicht und gut feilen zu können, muß es so zubereitet werden, daß es seinen Glühspan leicht fahren läßt, und dabei zugleich weich bleibt, wozu ich weiter unten (§. §. 72, 73.) mehrere Mittel zeigen werde. Ein langsames Glühen im Feuer, mit oder ohne Zusätze, bleibt immer die Hauptsache, um das Eisen so darzustellen, daß es die zum Feilen nöthige Weichheit erhält. Das erste Erforderniß ist aber dann, den Glühspan wegzufeilen, welcher nach Umständen mehr oder weniger nachtheilig auf die Feilen wirkt, weshalb man dazu auch nur gebrauchte alte, oder unbrauchbar gewordene Feilen anwendet. Wo es die Umstände gestatten, ist es für den Feilschmidt, sowohl in Rücksicht der Arbeit als der Kosten, sehr vortheilhaft, wenn er das Gröbste, nämlich die härtesten äußeren Stellen und die größten Unebenheiten, anfänglich durch Schleifen wegschaffen kann.

Das Feilen wird gewöhnlich mehr für eine Arbeit, als für eine Kunst gehalten. Dies mag richtig seyn, wenn es nur darauf ankommt, die Oberfläche vom Glühspan zu entblößen. Verlangt man aber scharfe, ebene Flächen, so muß man gute, scharfe Feilen, und eine von Jugend auf geübte Hand haben, die Feilstriche ganz gerade, quer über die Fläche des Eisens führen, und mit der Feile nicht nach der Seite schwanken und ausweichen, sondern immer darauf hinarbeiten, daß die Feile dort den stärksten Angriff macht, wo man ebene Flächen herausbringen will. — Besonders muß man sich den Handgriff zu eigen machen, die Feilstriche kreuzweis über einander zu führen, um jeden Fehler auffinden und leicht verbessern zu können, wenn die Seiten nach

nach dem Winkel und gerade gefeilt werden sollen. — Gröbere Feilstriche werden durch feinere weggenommen, und damit die Polirfeile durch den Feilspan, der sich an ihren feinen Zähnen leicht anhängt und die Arbeit unansehnlich macht, nicht verdorben wird; muß man alle flache Feilarbeit vorher gehörig mit Baumöl bestreichen. Bei vielen Arbeiten erleichtert man sich das Feilen durch besonders dazu gearbeitete Stahlräder, deren Ränder als Feilen gehauen gehauen sind, und deren Axen oder Spindeln, nach Beschaffenheit der Umstände, entweder senkrecht oder horizontal umlaufen. Solche Räder werden entweder durch Wasser, oder durch eine andere bewegende Kraft in Umtrieb gesetzt. Auf diese Art werden gewöhnlich die Spitzen an den Nähnadeln angeschliffen, wobei der Arbeiter, wenn er Uebung genug hat, 20 Stück mit einem male schärfen kann, indem er bloß die Spitzen an das umlaufende Feilrad halten darf. Aehnliche Einrichtungen lassen sich bei mehreren anderen Feilarbeiten treffen. — Auf welche Art sich sowohl runde als ebene Flächen z. B.: **Flintenläufe, Ladestöcke, Sägenblätter** u. s. f. mit wenig Mühe und Kosten durch Feilwerke, die durch Wasser bewegt werden, bearbeiten lassen, davon kann man sich in den Gewehrfabriken zu Söderham und Oerebro, und in den dortigen Fabrikgebäuden, **Beredningswerk** genannt, überzeugen. — Zu solchen Behufen müssen die Feilen aber nicht so wie gewöhnlich eingehauen werden, sondern die Feilstriche müssen dreieckige Zähne oder Reifen bilden, die mit den Seiten der Feile einen Winkel von etwa 45 Graden machen, so, daß die in die Höhe stehenden scharfen dreieckigen Rücken, beim Hin- und Hergange in das Eisen einschneiden, oder es feilen, ohne daß der Feilspan darin hängen bleibt, und die Arbeit verdirbt, welches bei einer, nach der gewöhnlichen Art gehauenen Feile, unfehlbar geschehen würde. Aber auch eine so eingerichtete Feile muß sorgfältig mit Oel bestri-

bestrichen werden, um die Feilspäne wegzubringen und die Hitze zu mäßigen.

Wie solche Maschienen übrigens eingerichtet seyn müssen, darf ich hier eben so wenig auseinandersetzen, als die Handgriffe beschreiben, welche bei der Feilarbeit von künstlichen und verzierten Eisenwaaren zu beobachten sind, weil beides zur Beschreibung des Handwerkes selbst gehört. — Bei einigen groben Arbeiten würde man sich das Kaltfeilen sehr erleichtern, wenn man die Unebenheiten, und den durch das Schmieden eingeschlagenen Glühspan, so lange das Esen noch braunroth oder wenigstens noch sehr heiß ist, mit einer groben Feile oder mit einer sogenannten Eisenraspel wegnähme, weil die Feile das heiße Eisen noch einmal so stark, als das im kalten Zustande befindliche Eisen angreift. Geschickte Schmiede thun dies auch; allein dieser Handgriff ist noch nicht so allgemein eingeführt, als er es verdiente.

§. 6. Vom Schleifen.

Mit weniger Zeit, Kosten und Mühe kann man die eigentliche Farbe des Eisens und sein wirkliches äusseres Ansehen durch das Schleifen auf runden, zweckdienlichen Steinen, die durch ein Wasserrad in Umtrieb gesetzt werden, auffinden. Keine Feile kann das äussere Ansehen des Eisens so schnell darstellen, als ein guter Schleifstein, wobei nicht allein viel Zeit erspart wird, sondern auch die viel geringeren Abnutzungskosten eines Schleifsteins, die mit den viel theureren Feilen gar nicht in Vergleich zu bringen sind, wohl berücksichtiget werden müssen.*) Noch vortheilhafter erscheint diese Arbeit, wenn man sie mit den Handfeilen vergleicht, wobei der stärkste Arm bald ermüdet, während es ein Schleifer mit weniger Anstrengung und Arbeit viel

*) Bei den mehrsten runden Arbeiten ist es noch vortheilhafter, sie vorher durch Dreh- oder Schneidewerke abzurunden und alsdann erst auf Schleifsteinen oder mit Feilwerken weiter zu bearbeiten.

viel längere Zeit aushält. Wo man aber gefeilte Arbeit mit Vortheil und mit den möglichst geringen Kosten darstellen will, da darf es an einem vollständigen Schleifwerk, das mit Wasserrädern in Umtrieb gesetzt wird, nicht fehlen. Es lassen sich nur wenige, flache sowohl, als runde Eisen- und Stahlarbeiten denken, die nicht wenigstens theilweise, wenn auch nicht gänzlich, durch das Schleifen gereiniget und vorbereitet werden könnten; vorausgesetzt, daß ein unterrichteter und geübter Schleifer seinen Schleifstein nach jedem Bedürfniß einzurichten, und nach Beschaffenheit der Umstände entweder senkrecht, oder (welches seltener vorkommt) horizontal umlaufende Steine von verschiedener Höhe, nämlich von 4 Zollen bis zu 2½ Ellen im Durchmesser, anzuwenden versteht. — Nach der Art der Arbeit müssen sich auch die Flächen der Schleifsteine richten, und darnach entweder eben, erhaben, schräge oder auch mit Einschnitten versehen seyn. Wenn man bedenkt, wie die Stein- und Glas-Schleifer (durch die bloße Anwendung größerer und kleinerer umlaufender Kupferscheiben, mit aufgestrichenem Schmirgel oder anderen stark reibenden Pulvern) aus Glas und harten Steinen alle mögliche Gestalten und Figuren zu bilden im Stande sind, so kann man daraus schließen, wie viel Kosten und Arbeit erspart werden würden, wenn man das Schleifen der Eisen- und Stahlwaaren häufiger, als es bisher geschehen ist, in Anwendung brächte. — Unter den alten polirten Eisen- und Stahlarbeiten, findet man mehrere saubere Blumenverzierungen u. s. f.; die ganz nach Art der Glasschleiferei, oft sogar mit vertiefter Vergoldung gearbeitet sind.

Zum groben Schleifen lassen sich bekanntlich nur Sandsteine gebrauchen. Man findet diese zwar in einigen Schwedischen Steinbrüchen, z. B. zu Rättwick und Orsa im Kirchspiele Dalarna, in der Gegend von

Ore-

Oerebro in Nerike, in Roslagen, Finnland, Schonen, Westgothland, auf Gottland, u. s. f.; allein, so viel ich weiß, hat man bei uns noch keinen so ebenen Stein, mit so rauhem und doch nicht zu fest an einander gekitteten Korn gefunden, als man aus England kommen läßt. Die Schleifsteine aus Nerike haben zwar ein grosses, grobes Korn, so daß man sie bei gehöriger Auswahl sehr gut zum Rein- und Rohschleifen gröberer Sachen anwenden kann, allein sie sind eben so theuer als die ausländischen, und haben dabei gewöhnlich noch den Fehler, daß sie entweder zu hart sind, und daher das Eisen nicht stark genug angreifen, oder daß sie ein zu grobes ungleiches Korn haben, oder auch daß sie auf einer Stelle härter sind als auf der andern, so daß man beim Schleifen zu tiefe und ungleiche Striche erhält, wobei sich die Steine sehr ungleichartig abnutzen, und daher bei feineren Arbeiten, besonders bei schneidenden Sachen gar nicht angewendet, und nur mit Schaden gebraucht werden können. — Die Orser Schleifsteine hält man im ganzen Reich für die besten, besonders zu schneidenden Waaren, wozu man die gelblichweiße Sorte, die ein gleiches, hartes Korn hat, anwendet. Diese ist aber kaum in der erforderlichen Größe und Stärke, nämlich zu 2 bis 2½ Fuß im Durchmesser und zu 6 bis 8 Zoll dick, zu bekommen. — Deshalb bedient man sich in allen Fabriken, in denen feinere Eisen- und Stahl-Arbeiten gemacht werden, mehrentheils der englischen Schleifsteine, die uns aber sehr theuer kommen, weshalb derjenige, welcher im Reiche einen Sandsteinbruch entdeckte, woraus man eben so gute Schleifsteine als die englischen sind, erhalten kann, eine große Belohnung verdienen würde. — Von unseren Steinkohlengruben in Schonen habe ich Proben von gutem Sandstein erhalten, aber noch keine Gelegenheit gehabt, Versuche damit anzustellen. Ohne Zweifel würden auch unsere sogenannten Gestellsteine von

Ros-

Roslagen gute Dienste thun. — Der Sandstein aus Nerike kann zu groben Arbeiten, z. B. zum Laufschleifen u. s. f. recht gut gebraucht werden. In der lockeren Zusammenfügung und in der gleichmäßigen Härte des Korns kommen die Sandsteine aus Gottland den englischen sehr nahe, allein das Korn ist nicht so scharf und und nicht so rauh. Diese grauen Sandsteine aus Gottland sind daher zu weich, zu fein und zu mürbe, haben auch einen gewissen kalkartigen Mergel eingesprengt, so daß sie nur kleine Schleifsteine abgeben, die bloß zu feinen Arbeiten und zu Schneidewaaren zu gebrauchen sind *)

Außer einer vorsichtigen Auswahl der Schleifsteine, muß auch das Schleifwerk selbst, oder das gehende Zeug mit Umsicht angelegt werden, so daß es die gehörige Stärke erhält, und daß sich alle Steine mit einer, ihrer Größe angemessenen Geschwindigkeit bewegen. Hr. **Polhem** hat die Regel aufgestellt, daß der Schleifstein in eben der Zeit einen Umlauf machen soll, in welcher ein Pendel, das die Länge des halben Durchmessers des Steines hat, zwei volle Schwingungen macht. Da nun ein Pendel, welches eine Elle lang ist, in einer Minute 80 Schwingungen macht, so folgt daraus, daß ein Schleifstein von 2 Ellen im Durchmesser, in der gedachten Zeit 40 mal umlaufen müsse. Hätte der Stein nur eine halbe Elle im Durchmesser, so müßte er 80 Umläufe in der Minute machen, indem ein Pendel, von der Länge einer viertel Elle bekanntlich zwei Schwingungen in eben der Zeit macht, in welcher ein ellenlanges Pendel einmal schwingt. Mit einer so geringen Geschwindigkeit sind die Schleifer aber selten zufrieden, sondern verlangen, daß der größte Stein wenig-

*) Von der Güte der Schleifsteine ist die Güte der Waare und ihre Wohlfeilheit unmittelbar abhängig. Der Oberschlesische Steinkohlen-Sandstein liefert sehr gute Schleifsteine; der Niederschlesische Sandstein ist noch nicht gehörig untersucht; die mit einigen Sorten vorgenommenen Versuche haben gezeigt, daß er zu hart ist.

nigstens 60 und der kleinste Stein 180 mal in der Minute umläuft. Hiernach muß daher der Baumeister das Wasserrad und die Getriebe einzurichten verstehen. — Jene große Geschwindigkeit, welche ein Schleifstein erfordert, läßt sich selten durch das Wasserrad allein geben, sondern man muß dieselbe durch Getriebe und vorgelegtes Zeug zu bewirken suchen. Dadurch kann auch ein Wasserrad sehr bequem mehrere Schleifsteine in Umtrieb setzen, welches entweder durch leinene oder lederne Riemen, oder durch starke Seile geschieht, die über zweckmäßig angebrachte Scheiben und Trillinge laufen, wodurch die Steine in einen gleichförmigeren und leichteren Umlauf gebracht werden, als wenn sie unmittelbar am vorgelegten Zeuge liegen. Dies letztere geschieht indeß wohl da, wo man ein starkes Schlagen zu befürchten hat.*)— Das Planschleifen, wo der Stein hin und her gezogen und geschoben wird, ist wegen der zu großen Langsamkeit überall verworfen.

Man sagt daß die Schleifsteine weniger hart und spröde seyn sollen, wen sie ein Jahr und länger in Pferdemistjauche gelegen haben. Auch die geringsten Kunstgriffe sind nicht zu verachten, wenn sie der Erfahrung nicht entgegen sind; vorzüglich sollte man den Versuch mit den oben genannten Orser Schleifsteinen machen, und sehen, ob man sie den englischen dadurch ähnlicher, oder wenigstens etwas weicher machen könnte.

§. 7. Vom Scheuren.

Wenn die Farbe einer fertigen Eisenwaare durch Rost, durch Betasten oder sonst durch Schmutz verdun-

*) Wenn der Stein unmittelbar am vorgelegten Zeuge liegt, so empfindet der Schleifer jeden Stoß und jede Unebenheit des Getriebes, weshalb er dies so sehr als möglich zu vermeiden sucht. Nur da, wo große Gewalt nöthig ist, kann der Stein nicht durch ein Seil in Umlauf gesetzt werden, weil er leicht zum Stillstand kommen würde; alsdann müssen aber besondere Vorrichtungen getroffen werden, welche dem Schleifer das Andrücken der zu schleifenden Waaren gegen den Stein erleichtern.

dunkelt worden ist, pflegt man die Fläche wohl mit feinem Schleifsteinmehl oder mit Hammerschlag zu reiben und zu scheuern, welches gar nicht zu verwerfen ist. Um aber schneller zum Zweck zu gelangen, kann man fertige Scheuerstöcke von Eichen- oder anderem trockenen Laubholz anwenden, die man mit starken Riemen von Sämisch- oder Hirschleder dergestalt umwindet, daß die rauhe Seite des Leders nach außen gekehrt ist. Die Riemen werden mit Tischlerleim bestrichen, und während der Leim noch weich ist, auf den einen Scheuerstock pulverisirtes Krystallglas, auf einen anderen gröberer, und auf einen dritten endlich geschlämmter Schmirgel, und zwar auf einen jeden so viel, als der Leim nur irgend annehmen und als darauf haften will, durch ein feines Florsieb aufgesiebt. Mit solchen Scheuerstöcken kann der Rost sodann vorsichtig weggenommen werden. *) — Nicht sehr feine, und nur flach gefeilte Arbeiten, dürfen bloß mit dem mit Glas bestreuten Scheuerstock trocken abgerieben werden, weil die Flächen dadurch sehr blank werden, ohne Schrammen zu bekommen. — Hat sich der Rost aber etwas tief eingefressen, so muß der Fleck mit Oleum tartari per deliquium, nämlich mit weißer Pottasche, die durch Anziehung der Feuchtigkeit aus der Luft flüssig geworden, und durch zugesetztes Oel zur gehörigen Consistenz gebracht ist, eingeschmiert werden. Mit dieser Salbe wird der Rost einige Tage aufgeweicht, die Pottaschsalbe alsdann mit warmen Wasser abgewaschen und der Rost mit dem gröberen Schmirgelstock abgescheuert. — Feinere Arbeiten muß man aber mit dem geschlämmten Schmirgelstock behandeln, nachdem der Rostfleck vorher durch Oleum tartari gut ausgezogen

*) Diese Scheuerstöcke sind von weit besserer Wirkung und viel wohlfeiler als das sogenannte Rostpapier, welches fast auf dieselbe Art zubereitet, aber bei dem jedesmaligen Gebrauch stückweise aufgearbeitet wird.

gen ist. Wie man die Politur wieder herstellt, wird im nächsten §. gezeigt werden.

In technologischen Büchern findet man gewöhnlich eine Anleitung sich Scheuersteine auf die Art zu verschaffen, daß man feinen Schmiedesinter, Kienruß, Schmirgel, Bimmstein u. dgl. mit einem dicken Tischlerleim zu einer Masse macht, und Kugeln daraus bildet. Weil man aber beim Gebrauch dieser Fleckkugeln kein Wasser anwenden darf, so ist es fast besser, daß man nur den Bimstein allein, oder wenn man doch etwas Kunst dabei zeigen will, auf folgende Art bereitete Scheuersteine gebraucht. Man nimmt feingesiebten Roheisen-Bohrspan aus Stückgießereien, und feines Schleifsteinmehl, von beiden Theilen gleichviel, dem Maaße nach, feuchtet diese Masse mit etwas Wasser, in welchem Kochsalz oder Alaun aufgelößt ist, an, und macht einen Mörtel daraus, dem man nach Belieben die Gestalt von Steinen oder von Kuchen giebt, welche 3 oder 4 Wochen lang, auch allenfalls noch längere Zeit, der feuchten Luft unter einer Bedeckung, ausgesetzt bleiben müssen, wodurch sie beinahe steinhart werden, und nach vorhergegangenem Ausglühen zum Scheuren des Eisens und Stahls, wobei man dann etwas Wasser zutröpfelt, gute Dienste thun. — Statt des Wassers wendet man mit besserem Erfolg dünnes Seifenwasser an, weil der Rost durch das alkalische Salz in der Seife besser abgelößt wird. — Nimmt man statt des Schleifsteinmehls, Schmirgel, oder Mehl von gelben Wetzsteinen zum Zusatz mit dem Bohrspan, so erhält man noch weit feinere Polirsteine.

§. 8. Vom Poliren.

Die eigentliche Farbe des Eisens und Stahls läßt sich, wenn die Oberfläche durch Feilen oder Schleifen entblößt worden ist, am besten dadurch erkennen und erhöhen, daß man die Fläche durch weitere Verfeine-

rung,

rung, nämlich durch die Politur zum spiegelnden Glanz bringt. In älteren Zeiten fand das Poliren nicht statt, sondern man gebrauchte statt dessen einen scharfen Stahl, mit dem man das Eisen durch Schaben glättete, wie dies bei den Metallarbeiten auch jetzt noch wohl geschieht. Ich habe unter anderen chinesischen Schmiedewaaren Rasirmesser gesehen, die durch bloßes Schaben dünn und scharf gemacht worden waren. Auch unter alten Schwedischen Arbeiten findet man einige Sachen, besonders recht gut gezogene Flintenläufe, die bloß mit dem Schabestahl polirt worden sind; seitdem man aber gesehen hat, daß die Arbeit dadurch sehr uneben, voll Schrammen und wenig glänzend wird, ist das Schaben mehrentheils außer Gebrauch gekommen und der Polirstahl üblicher geworden.

Rohe Polirung.

Ungehärtetes Eisen und Stahl können einen sehr schönen Glanz erhalten, wenn die Feilstriche, bei gehöriger Uebung, durch einen guten Polirstahl, ganz weggebracht werden. Auch **Blutstein** oder **Agat** sind dazu recht gut zu gebrauchen. Indeß bleibt der Polirstahl doch immer das einfachste Werkzeug, weil man ihm eine Form geben kann, welche man will, und die sich am besten zu der zu polirenden Arbeit paßt. Das vorzüglichste Erforderniß ist aber, daß er aus einem im hohen Grade feinen, dichten und harten Stahl bearbeitet seyn und durch das Härten einen solchen Grad von Härte angenommen haben muß, als man beim Feilenhärten nur erhalten kann. Endlich muß er auch ganz gleichförmig abgerundet und geschliffen, und auf den höchsten Grad der Politur oder der feinen Polirung gebracht worden seyn, wovon ich weiter unten reden werde.

Die Arbeit mit dem Polirstahl, heißt gewöhnlich die **rohe Polirung**. Alle Feilstriche müssen dabei mit einer

einer geübten und starken Hand, durch gleichförmiges Streichen mit dem Polirstahl niedergedrückt werden, um dadurch den Glanz der Oberfläche hervorzubringen. Um den Glanz durch Fett oder Händeschmutz nicht wieder unansehnlich zu machen, befeuchten einige Schmiede die zu polirenden Sachen während der Arbeit wohl mit Seifenwasser, oder Speichel; weil die Feuchtigkeit aber nachher offenbar zum schnellern Rosten der Waare beiträgt, so ist es viel besser, die Arbeit ganz trocken zu halten, den Schmutz mit einem reinen leinenen Lappen wegzunehmen, und den Polirstahl häufig mit crocus martis gegen einen starken ledernen Riemen, der auf einem Stück hartes Holz aufgeleimt ist, zu reiben, damit er beständig einen frischen Glanz behält. Um dies Reiben, besonders bei gröberen Arbeiten mit mehr Wirkung, und gleichförmiger verrichten zu können, wird der Polirstahl gewöhnlich mit Handhaben versehen, wodurch den Schmieden die Arbeit sehr erleichtert wird. Wenn die polirten Flächen alsdann mit einem flanellenen oder wollenen Lappen rein gewischt, und mit etwas Zinnasche oder crocus martis abgerieben werden, so wird der Glanz noch mehr erhöhet.

Verlangt man mit der Politur zugleich eine Abänderung in der Farbe, z. B. braun, schwarzgrau, bläulich oder beinahe schwarz, so hält man das reingefeilte Eisen so lange über reines Kohlenfeuer oder über ein glühendes Stück Eisen, bis es blau anläuft, und reibt es dann unter fortwährender Erhitzung mit dem Polirstahl, bis es überall eine gleiche Farbe, schwarz oder schwarzbraun mit spiegelndem Glanz angenommen hat. Bei einigen Arbeiten, z. B. bei Schloßblechen, Flintenläufen 2c. bewirkt dieses Anlaufen mit einer einfachen Farbe nicht allein ein gutes Ansehen, sondern die Sachen werden dadurch auch zugleich gegen den Rost bewahrt. — Dieses Poliren nennt man zuweilen auch wohl **Bruniren**, und gebraucht dazu, statt eines Polir-

kirstahls einen harten geschliffenen Blutstein oder Agat, der mit Kupfer eingefaßt wird, um ihn gut anfassen zu zu können. Ist die zu polirende Arbeit vorher recht eben geschliffen, mit feinem Schmirgel eingeölt, und durch Kreide von aller Fettigkeit befreit, so glückt diese Polirung recht gut. Sie ist indeß, wie ich schon oben gesagt habe, nur bei ungehärteten Sachen anwendbar, und hat immer den Fehler, daß ein geübtes Auge leicht Streifen, Ränder und Wellen oder Wogen auffindet.

Feine Polirung.

Die wahre feine **Politur** kann nur durch Reiben oder Schleifen mit feinen angreifenden Pulvern gegeben werden. Dies ist vorzüglich bei dem auf der Oberfläche gehärteten Eisen, und bei dem gehärteten Stahl der Fall, denen man, nachdem sie mehr oder weniger hart und dicht waren, durch die feine Polirung einen vollkommenen Spiegelglanz mitzutheilen im Stande ist. Es kommt hierbei vorzüglich darauf an, daß man dies Polirpulver von vorzüglicher Güte, und so zubereitet erhält, daß sie in der kürzesten Zeit und mit der wenigsten Mühe den größten Effekt zu leisten vermögen. — Auch hier muß, wie beim Feilen, die Vorsicht ganz besonders beobachtet werden, daß man zuerst etwas feinere Pulver nimmt, mit denen man die Ritzen und Schrammen, die durch das Feilen, Schleifen oder durch gröbere Pulver beim Scheuren zurückgeblieben sind, wegzubringen sucht, daß man alsdann noch feinere und zuletzt solche Pulver anwendet, durch deren Gebrauch alle, dem unbewaffnetem Auge bemerkbare Schrammen weggeschafft werden. — Lange bediente man sich dazu des gepulverten Bimmsteins, wozu man die Anleitung in allen Kunstbüchern findet; aber der Bimmstein sowohl, als mehrere andere angepriesene Zusammensetzungen, sind völlig unbrauchbar. In-

spä

späteren Zeiten hat man, um dem Stahl einen vollkommenen Glanz zu ertheilen, folgende Pulver: Schmirgel von verschiedenen Graden der Feinheit; levantischen Wetzstein, Zinnasche, Crocus martis und den bekannten rothen Blutstein mit Nutzen angewendet. Ehe ich indeß den Gebrauch dieser Materialien auseinander setze, wird es nöthig seyn, in dem folgenden §. eine kurze Beschreibung ihrer Zubereitung mitzutheilen.

Bei aller polirten Arbeit muß man hauptsächlich dahin sehen, daß man dazu solches Eisen oder solchen Stahl auswählt, die im höchsten Grade dicht und gleichförmig hart sind, worauf ich schon an mehreren Stellen dieser Abhandlung aufmerksam gemacht habe. — Unter allen Eisensorten ist das körnige (§. 2, c.) das beste; dann folgt das kaltbrüchige, wenn es nicht zu brüchig ist. Ausgesuchter Brennstahl ist besser, als gegerbter Stahl; von allen Stahlarten behält aber der englische Gußstahl sowohl wegen seiner vollkommenen Dichtigkeit, als auch weil er in der kürzesten Zeit und mit der geringsten Mühe, die vollkommenste Politur und den größten Spiegelglanz annimmt, den Vorzug. Rothbrüchiges, zähes, sehniges und blättriges Eisen, oder Eisen welches blättrig und körnig zugleich ist, ist keiner schönen Politur fähig. *)

§. 9. Von der Zubereitung der Polirpulver.

1. Schmirgel.

Der Schmirgel ist ein bekanntes levantisches Eisenerz, welches mit europäischen Schiffen (zuweilen von Smirna) als Ballast zu uns gebracht wird. Er kommt in

*) Die folgende Schrift: Rinman, Unterricht vom Poliren des Eisens und Stahls für Stahlarbeiter. Aus dem Schwed. von Gröning. Flensburg 1787. — ist eigentlich ein Auszug aus dem vorliegenden Werk, der einige Zusätze erhalten hat. Weil über das Poliren des Eisens und des Stahls so wenig geschrieben ist, so wird es denen, die darüber belehrt zu seyn wünschen, angenehm seyn, den Titel jenes kleinen Werkchens hier zu finden.

größeren und kleineren Geschieben vor, welche die Behauptung zu bestätigen scheinen, daß er vom Strande weggenommen wird, wohin er durch die Meereswellen als Geschiebe abgesetzt worden ist. *) — Der vorzüglichste und beste Schmirgel ist schwarzgrau und bläulich im Bruch, rauh und scharf beim Anfühlen, schwer, und giebt mit dem Stahl Feuer, welches das vorzüglichste Kennzeichen für den besten Schmirgel ist. Die übrigen Schmirgelarten sind von verschiedener Farbe; sie enthalten mehrentheils viel weißen rostfarbenen Glimmer eingemengt, der diesen Schmirgel untauglich macht, so daß man das reine Korn durch Schlämmen mit Wasser davon befreien muß. — Der beste Schmirgel ist auch sehr hart, und läßt sich nicht ohne Schwierigkeit pulvern. Durch das Brennen wird er bräunlich, und verliert etwas von seiner Rauheit, weshalb man ihn roh oder ungebrannt benutzen muß. Vom Magnet wird er theilweise angezogen, und stark geröstet giebt er einen Schwefelgeruch von sich. Merkwürdig ist es auch, daß einige Körner von dem pulverisirten Schmirgel, wenn sie einige Zeit an der feuchten Luft liegen, eben so wie reine Eisenfeilspäne rosten.

Der levantische Schmirgel ist in England nur allein im Gebrauch; pulverisirt verschickt man mehrere Sorten davon nach andern Ländern, nämlich 1. Korn Emery. Er ist so grob als feiner Streusand. 2. Fin Korn. Etwas gröber. 3. Flower Emery. Feiner

Schlamm=

*) Der wirkliche Schmirgel kommt bekanntlich nicht gar häufig vor. Sein vermuthlicher Fundort im Archipel ist die Insel Naxos, wo er sich aber nie krystallisirt, sondern stets in Bruchstücken und zwar in Begleitung von Glimmer und Schwefelkies findet. Außerdem ist aber nicht leicht ein Fossil, dessen Bruchstücke nur einigermaßen hart und rauh sind, aufzufinden, welches nicht den Ehrennamen Schmirgel erhalten hätte, so daß man beim Einkauf des Schmirgels unzähligen Betrügereien ausgesetzt ist. Mit Pulver von Granaten und Magnet=Eisenstein, das im Handel sehr häufig unter dem Namen des ächten Schmirgels vorkommt, kann man noch sehr zufrieden seyn.

Schlamm-Schmirgel. Er ist sehr fein und wird eigentlich zum Handpoliren gebraucht, um die Feilstriche wegzunehmen. 4. Feinster Schlamm-Schmirgel. Dieser wird zuletzt gebraucht, und macht die Arbeit so glatt und fein, daß zur Vollendung nur noch der Glanz fehlt.

Aus Erfahrung weiß ich indeß, daß man sich auf die englischen Schmirgelarten, bei Waaren, die eine vollkommene Politur erhalten sollen, nicht sehr verlassen kann. — Ich habe daher versucht, mir selbst einen feineren und besseren Schmirgel zuzubereiten. — Außer dem levantischen hat man auch noch den sogenannten peruvianischen Schmirgel, dessen Güte und Eigenschaften zu prüfen ich indeß nicht Gelegenheit gehabt habe. Nach Alonso Barba soll auch Schmirgel bei Potosi im spanischen Westindien, so wie in Sachsen auf der Ochsenkoppe vorkommen, woraus man guten Schmirgel zum Steinschleifen soll bereiten können. *) — Woher aber Hr. Beaumer die Angabe genommen hat, daß in Schweden häufig Schmirgel vorkommen soll, weiß ich nicht. Mir ist wenigstens in ganz Schweden kein tauglicher Schmirgel bekannt, obgleich es wohl den Anschein haben könnte, daß sich unter unsern Eisenerzen eine dazu brauchbare Sorte auffinden ließe. Unter den vielen hundert verschiedenen Abarten, habe ich aber keinen Eisenstein, der als Schmirgel gebraucht werden könnte, finden können. Ein einziger, der allenfalls

*) Außer auf der Insel Naxos, woselbst das größte Depot von Schmirgel zu seyn scheint (weshalb das eine Vorgebirge auch den Namen des Schmirgelvorgebirges erhalten hat) kommt derselbe auch ziemlich häufig auf den Inseln Jersey und Guernsey in Begleitung mit weißen Talkblättchen, ferner in Spanien, in der Gegend von Almaden, und als eine mineralogische Seltenheit auf der Ochsenkoppe in Sachsen, auf einem Lager von verhärtetem Thon in dem uranfänglichen, dem Glimmerschiefer sich etwas nähernden Thonschiefer vor. — Hauy rechnet den Schmirgel zu den Corundarten, weil er bei seiner außerordentlichen, der des Diamantspaths fast gleichkommenden Härte, nach Vauquelin bloß aus Thonerde, Eisen und Kieselerde besteht.

falls die Dienste des Schmirgels verrichten kann, ist ein schwarzer, bläulicher, schwerer Eisenstein, von Daleland, der mit dem Stahl ebenfalls Feuer giebt. — Auch findet man wohl einige Granatarten von einer ähnlichen Beschaffenheit, indeß sind sie bei weitem nicht so scharf als der levantische Schmirgel. — Der Schmirgel muß auf einer dicken, harten und glatten Roheisenplatte, mit einem gut verstählten Hammer zerschlagen, ganz fein gerieben, dann durch Flor gesiebt, und endlich durch Schlämmen mit Wasser in drei Sorten abgetheilt werden, die für alle Arten von geschliffenen Waaren zureichen.

Beim Schlämmen verfährt man kurz folgendergestalt: Der durchgesiebte Schmirgel wird mit Wasser übergossen, das Pulver stark aufgerührt, und die Trübe nach ein oder zwei Sekunden in ein anderes reines, glasirtes Gefäß gethan. Wenn sich nun, nach Verlauf einer halben Minute, das Gröbste im ersten Gefäß gesetzt hat, wird die noch rückständige Trübe in das zweite Gefäß gegossen, und wenn sie auch darin etwa drei Minuten gestanden hat, gießt man die Trübe aus diesem zweiten wieder in ein drittes Gefäß. Dies muß man so lange fortsetzen, als der gesiebte Schmirgel durchs Aufrühren noch trübe wird. Das Gröbste, welches nicht aufgerührt werden kann; wird entweder von Neuem gerieben und geschlämmt, oder unter dem Namen von Korn-Schmirgel auf groben Polirscheiben gebraucht. — Wenn sich das Wasser ganz abgeklärt hat, so erhält man auf diese Art drei Sorten, feinen, feinern und den feinsten Schlamm-Schmirgel; je nachdem er sich, nach seinem verschiedenen Gewicht, im ersten, zweiten oder dritten Gefäß abgesetzt hat. — Eine ausführlichere Nachricht über die Zubereitung des Schmirgels findet man in der Description des Arts, l'art de Coutelier vom Hn. Perret, im ersten Band. — War der Schmirgel von der unreinen

und weißglimmrigen Art, so muß der Glimmer zuerst in einem Waschtroge besonders weggewaschen werden, nachdem die Stücken vorher gehörig zerschlagen und fein gerieben worden sind. Einige Stahlarbeiter begnügen sich auch wohl damit, den Schmirgel durch ein Sieb zu schlagen, z. B. durch einfachen und doppelten Flor, durch feines Kammertuch u. s. f., und sich dadurch die verschiedenen Arten von Schmirgel zu verschaffen; allein das Schlämmen verdient offenbar den Vorzug. Zu einer nicht besonders feinen Politur für gewöhnliche Messer und Klingen und zum Gebrauch für Polirscheiben, die mit Wasser getrieben werden, darf der Schmirgel bloß auf dem Reibstein fein gerieben und beim Gebrauch mit Rüböl angefeuchtet werden, ohne ihn vorher zu separiren.

2. Levantischer Wetzstein.

Er ist gewöhnlich von blaßgelber Farbe, an den Kanten durchscheinend und allen Uhr- und Instrumentmachern, die ihn sehr suchen, weil er den besten Oelstein zum Schärfen feiner Bohrer, Grabstichel und Rasirmesser abgiebt, hinlänglich bekannt. Man kann ihn auch mit vielem Nutzen vor der Anwendung des feinsten Schlamm-Schmirgels, in der Gestalt als Wetzstein zur Wegbringung der Feilstriche auf gehärteter Stahlarbeit gebrauchen. Besonders ist er aber bei krauser Arbeit, bei der sich ein Polirstock nicht anwenden läßt, in Gestalt eines Stäbchens oder einer Leiste, zur Wegschaffung der Feilstriche sehr nützlich. — Bei größern Flächen wird er in Pulvergestalt benutzt, und muß dann entweder auf einer glatten Stahlplatte sehr fein gerieben, oder durch Schlämmen zu einer grössern Feine gebracht werden. Auch kann man ihn in einer gläsernen Reibeschaale mit Baumöl anreiben, und alsdann bedarf er keiner weitern Zubeitung.

Sol-

Solche Wetzsteine, die dem Ansehen und den Eigenschaften nach, mit dem levantischen übereinkommen, habe ich besonders an zwei Orten in Schweden, zu Björskogsnäs im Kirchspiele Grythytte und in Nerike bei der alten Silbergrube zu Glanshammer in großer Menge gefunden; man muß aber solche Stücke aussuchen, die von feinen Quarztrümmern oder Adern, welche häufig zugleich mit vorzukommen pflegen, ganz frei sind, weil diese den Stein sowohl zum Wetzen, vorzüglich der Rasirmesser und anderer feiner Schneidewaaren, als auch zum Poliren untauglich machen.

3. Zinn-Asche.

Man hat davon zwei Sorten, nämlich gelbliche und weiße. Die gelbliche kommt gewöhnlich unter dem Namen Putty aus England, und soll aus 3 Theilen Zinn und 1 Theil Blei, die zusammen kalcinirt worden sind, bestehen. Eben diesen Gehalt hat auch die Zinnasche, welche als Zinnschaum vom Schmelzen, bei unseren Zinngießern zu haben ist. Meine Erfahrungen haben mir gezeigt, daß man die fremde Zinnasche in dem Zustand wie sie aus England kommt, nicht gebrauchen kann, weil sie feine Schrammen auf den Stahl macht; weshalb man sie entweder in einer eisernen Pfanne, oder in einem nicht glasirten irdenen Gefäß noch einmal stark glühen, mit Wasser kochen und waschen, das Trübe weggießen, und diese Procedur zwei oder dreimal wiederholen muß. Alsdann wird sie getrocknet, fein gerieben, und eben so wie der Schmirgel geschlemmt; doch macht man nur eine einzige feine Sorte.

Die weiße Zinnasche wird aus reinem Zinn bereitet, welches entweder unter einer Muffel oder unter einer andern Bedeckung, gegen das Einfallen der Kohlen geschützt, in der Rothglühhitze flüssig erhalten wird. Die Oberfläche überzieht sich alsdann sogleich mit einem weiß-

weißgrauen Kalk, oder mit der sogenannten Asche, die man mit einer eisernen Krücke abzieht, womit man so lange fortfährt, bis sich alles Zinn in Asche verwandelt hat. Die Asche wird dann mit warmen Wasser oder noch besser, mit schwachem Brandwein ausgewaschen und nach der oben angegebenen Art geschlämmt. Diese ganz reine Zinnasche ist nach meiner Meinung viel besser und wirksamer, als die mit Blei vermischte. Durch einen Zusatz von Schwefel während dem Glühen, wird die Verkaltung noch mehr befördert. Bei den Färbern erhält man Zinnkalk, der durch Scheidewasser dargestellt ist; dieser Kalk greift aber beim Poliren nicht allein nicht so stark an, sondern er enthält auch noch immer etwas rückständige Säure, welche beim Gebrauch in die kleinen Zwischenräume des Stahls dringt, und zum Rosten Anlaß giebt.

4. Crocus martis.

Weil der Eisensafran nichts weiter als ein in Rost oder Sinter verwandeltes Eisen ist, so kann man ihn auch auf mannigfaltige Art bereiten. — In den Apotheken hat man zwei Arten, die nach dem medicinischen Gebrauch, den man von ihnen macht, die Namen Crocus martis adstringens und C. m. aperiens führen. Der erstere ist eigentlich nichts anders als verbranntes Eisen. Man erhält ihn aus reinen Eisenfeilspänen, die man, unter stetem Umrühren und gegen das Einfallen der Kohle geschützt, so lange der Glühhitze aussetzt, bis sie durch das Zerreiben ein dunkelrothes oder röthlichbraunes Pulver geben. Ein solcher Crocus entsteht auch bei vielen anderen Gelegenheiten, z. B. in Glühöfen, in denen das in der Schlotte oder in den Füchsen befindliche Eisen nach und nach zu solchem Pulver verwandelt wird, und zu diesem Gebrauch aufgesammelt werden kann; ferner in den Schwefelhütten, in denen man Retorten oder Kruken von Gußeisen zur

Schwe-

Schwefeldestillation anwendet, die solchen Crocus, der dort unter dem Namen Krukmars bekannt ist, durch das Verbrennen pfundweise absetzen. Der gewöhnliche Schmiedesinter ist fast eben so gut, besonders wenn man ihn noch ein wenig stärker brennt. — Der Crocus martis aperiens ist reiner Eisenrost, den man aus bloßen Eisenfeilspänen dadurch bereitet, daß man sie mit etwas Essig befeuchtet und der freien Luft so lange aussetzt, bis sie größtentheils oder gänzlich in Rost verwandelt sind. Diesen Rost wendet man auch wohl zum Poliren an, indeß ist er zu zart, und daher die Wirkung so unbedeutend, daß man ihn füglich entbehren kann.

Aus theoretischen Gründen läßt sich nicht bestimmen, ob Stahl oder Eisen zur Bereitung dieser beiden Arten von Crocus vorzuziehen ist; man sollte vielmehr glauben, daß beide gleiche Dienste thun müßten. Erfahrungen, die ich §. 63, 2. mittheilen werde, haben aber gelehrt, daß der Stahl beim Glühen einen viel härteren und festeren Sinter, als das weiche Eisen absetzt, und deshalb muß man dem ersteren den Vorzug geben. — Zur Prüfung der Angaben des Hn. **Perret** (Description de l'art des Couteliers) des Hn. **Geun's** (§. 42.) und mehrerer Anderer, daß man Feilspan von Stahl, oder kleine Stahlstücken mit Schwefel zusammenschmelzen soll, habe ich folgenden Versuch angestellt: Es wurden kleine Stahlstücken in einem bedeckten Tiegel vor dem Gebläse einer Schmiedeesse in Weißglühhitze gebracht, und halb so viel zerstoßener Schwefel (dem Gewicht nach) zu drei oder vier verschiedenen malen, ohne die Hitze zu mäßigen, zugesetzt, bis alles in Fluß gekommen war und auf eine reine Eisenplatte ausgegossen werden konnte. Der erhaltene, von den Hüttenleuten sogenannte **Rohstein** ward gestoßen, geröstet, einige Stunden lang einer gleichmäßigen braunrothen Glühhitze, in einem flachen unglasirten

ten irdenen Gefäß, unter der Muffel (oder doch wenigstens mit einer Stürze bedeckt, um das Einfallen der Kohle und der Asche zu verhüten) ausgesetzt, bis er endlich eine starke Glühhitze, ohne sich zusammen zu backen, vertragen konnte, und keine nach Schwefelsäure riechende Dämpfe mehr ausstieß, worauf ich das Feuer allmählig ausgehen ließ. Durch diese Behandlung nimmt der Eisenkalk eine schöne grünliche Farbe an, besonders wenn er ganz fein gerieben wird; indeß muß er zum Gebrauch mit warmen Wasser noch feiner geschlemmt werden, wodurch die Schwefelsäure zugleich mit weggewaschen wird. Dieser geschlämmte Crocus giebt dem Stahl, für sich allein angewendet, oder, nach Hn. **Perret**, mit dem dritten Theil weißer Zinnasche versetzt, nach vorangegangener Feinschmirgelung, die schönste Glanzpolitur, die dadurch, daß man starken Brandwein zum Auftragen anwendet, noch erhöht wird.

Einige Stahlarbeiter gebrauchen auch den in den Apotheken sogenannten Colcotar Vitrioli. Dies ist der rothe Rückstand, den man bei der Destillation der Schwefelsäure aus dem Eisenvitriol erhält, und eigentlich nichts weiter als ein feiner calcinirter Eisenkalk oder Ocker. Weil man ihn aber erst mit vieler Mühe durch Auslaugen von der anhängenden Schwefelsäure befreien muß, und weil er außerdem keine bedeutenden Wirkungen beim Poliren zeigt, so kann man ihn füglich entbehren, und sich der vorhin genannten Arten von Crocus mit größerm Nutzen bedienen. Auf den Streichriemen zum Schärfen der Rasirmesser scheint der Colcotar vitrioli indeß mit Nutzen angewendet werden zu können, obgleich ich vermuthe, daß eine Salbe, die man von dem kalcinirten Crocus martis erhält, wenn er vorher einige Zeit mit Talg auf der Polirscheibe gebraucht worden ist, weshalb man den schwarzen Abfall zu diesem Zweck sammlen kann, weit

bessere

bessere Dienste leistet. Feines Leder auf runde Streichhölzer geleimt, und in der Wärme mit dieser schwarzen Schmiere bestrichen, giebt gute Streichriemen. — Sehr gute (vermuthlich die beste) Schmiere, bereitet man aus Wallrath, mit Baumöl und rother Zinnasche zusammengeschmolzen. Diese Schmiere wird auf das Streichleder gebracht, mit reinem Papier bedeckt, und mit einem warmen Pletteisen darüber hingefahren, damit sie gut einzieht. In den englischen Schmieren zu Streichriemen findet man auch noch Wasserblei, welches aber überflüssig ist.

5. Blutstein.

Man muß die dichte, harte, rothe und fasrige Abart (Glaskopf) wählen, welche in den deutschen Eisenerzgruben häufig vorkommt. Wenn man den Blutstein auf einer polirten Stahlplatte mit einem breiten glatten Hammer, oder auch auf einem Reibestein, recht fein reibt, und ihn nachher mit Brandwein als eine Farbe anreibt, so kann man ihn mehrentheils ganz allein mit Zusatz von Brandwein, ohne alle weitere Zubereitung, zur letzten feinen Polirung anwenden. Besser und sicherer ist es indeß, wenn man ihn durch Schlämmen ebenfalls zum höchsten Grad der Feinheit bringt. In diesem Fall muß man das Pulver aber, ehe man es mit Wasser begießt, mit Brandwein anfeuchten, weil es sich sonst, wegen seiner großen Feinheit, nur sehr schwer mit dem Wasser vermengen und darin niedersinken würde, so schwer und eisenhaltig dies Erz auch sonst ist, wenn es sich in ganzen Stücken befindet. Von allen Polirpulvern ist der Blutstein das wohlfeilste, und daher fast unentbehrlich, besonders da man ihn (wenn er nur recht fein gerieben ist) ohne vorhergegangenes, kostbares und beschwerliches Schlämmen anwenden kann. Bei der Bereitung der Polirpulver muß man sehr darauf achten, daß keine fremden Theile,

Sand=

Sandkörner und dergleichen hinzukommen können, weil diese bei der Arbeit Ritzen verursachen und die Flächen verderben würden. Alle diese Pulver müssen daher mit der größten Sorgfalt aufbewahrt werden, und bei der Arbeit muß man sauber und reinlich mit ihnen umgehen. — Man behauptet, daß die Politur viel schöner werde, wenn man den Blutstein oder den Crocus martis mit Wismuth und Quecksilber, nämlich 2 Theile Crocus mit $\frac{1}{4}$ Wismuth und $\frac{1}{8}$ Quecksilber zusammenreibt. Ich habe dies versucht, aber gefunden, daß man mit diesem Gemisch weder schneller arbeiten, noch einen bessern Glanz erhalten kann, als bei der Anwendung von Crocus martis oder guter Zinnasche allein. Das Wismuth mag etwas wirken, wenn es vorher zu einer feinen Asche gebrannt ist, aber das Quecksilber ist ganz unwirksam. — Nach Andern soll man Blutsteinpulver mit $\frac{1}{8}$ Zinnober ganz fein reiben, wobei ich bemerke, daß der im Zinnober befindliche Schwefel wohl eine etwas dunklere Farbe, die man fälschlich für einen höheren Glanz gehalten hat, verursachen kann, übrigens aber zur Politur selbst nicht das mindeste beiträgt, vielmehr die Arbeit oft durch schwarze Flecken verdirbt, besonders wenn man gewöhnlichen Zinnober nimmt, der sehr häufig mit Mennige verfälscht wird. Dies muß auch unfehlbar erfolgen, wenn sich die Arbeit beim trocknen Poliren so stark erhitzt, daß der Schwefel des Zinnobers in Fluß kommt, weil er dann schwarze Flekken in den Stahl beitzt, die man schwerlich wieder herausbringen kann.

Hr. Perret führt noch an, daß man zu den englischen Polituren ein rothes Pulver (Englisch Roth) anwende, von dem er glaubt, daß es aus Kupfer bestehe, welches auf die gewöhnliche Art mit Schwefel geschichtet und cementirt, in den Zustand eines Kalkes oder Sinters gebracht worden ist. Ich habe ein solches Polirpulver aus England bekommen, allein nach meinen

nen Versuchen befindet sich auch nicht eine Spur von Kupfer darin. Vom Magnet wird es vor und nach dem Rösten gezogen, in Königswasser löst es sich mit einer gelben Farbe, bis auf einen kleinen Rückstand, völlig auf. Alkalien schlagen daraus einen gelben Okker nieder, und der Salmiakgeist giebt damit durchaus keine blaue Farbe. Dies Pulver ist daher nichts weiter als eine Art von Eisenocker, der durch Reiben und Schlämmen erst fein gemacht werden muß, um ein brauchbares Polirpulver daraus zu erhalten. Das mit Schwefel kalcinirte Kupfer hat gewöhnlich eine schwarze Farbe, und ist dem sogenannten Englisch Roth sehr unähnlich, welches eine rothbraune Farbe hat, und beim Feinpoliren denselben Glanz wie der vorhin beschriebene Crocus martis giebt. Das geschwefelte Kupfer giebt beim Poliren zwar auch einen Glanz, allein er ist sehr matt und mit dem, von dem erstgenannten Pulver gar nicht zu vergleichen.

§. 10. Vom Handpoliren.

Die eben beschriebenen Polirpulver können nun entweder mit der Hand, nach Art der Feilen, oder mit Maschinen und umlaufenden Scheiben, wie die Schleifsteine, benutzt werden. Das erste, oder das Handpoliren kann Jeder mit großer Leichtigkeit verrichten. Die ganze Kunst besteht darin, daß man die zurückgebliebenen Feilstriche von der Oberfläche des Stahls durch feine (aber angreifende) Pulver wegnimmt, und ihr dadurch eine Glaspolitur giebt. Wollte man zum Poliren einer solchen gefeilten Arbeit ein einziges, oder das feinste Pulver anwenden; so würde man viel Zeit nöthig haben, um alle Feilstriche wegzunehmen, und deshalb muß man nach dem Glattfeilen zuerst den gröberen Schmirgel, oder den, der sich bei dem oben beschriebenen Schlämmen in dem ersten Gefäß zu Boden setzt, anwenden, und mit demselben alle Feilstriche weg-

wegbringen. Daß man die Schmirgelpulver mit Baumöl zu einer Salbe machen, und sie dann uud wann vermittelst eines Spahns auf die zu polirende Arbeit aufstreichen muß, ist so bekannt, daß es keiner Erwähnung weiter verdient.

Es ist sehr nothwendig, gleich beim ersten Schmirgeln alle feine Feilstriche vollkommen wegzubringen. Weil man dies aber während der Arbeit nicht beurtheilen kann, indem sich die Feilstriche wegen der Schwärze nicht unterscheiden lassen, so läßt man den Stahl etwas blau anlaufen, da dann alle Striche einen schwärzeren Grund behalten, und von der glänzendern Oberfläche leicht unterschieden werden können. Beim Glattfeilen muß man daher nothwendig dahin sehen, daß die Striche nicht eine und dieselbe Richtung bekommen, sondern sich einander durchkreutzen, weil sie sich dann weit besser erkennea lassen. Alsdann fährt man mit der feineren Schmirgelsorte Nro. 2. fort, und reibt damit die Striche von der ersteren gröberen aus. — Dies alles muß indeß vor dem Härten geschehen, damit die Arbeit rasch fortgeht. Reiner Stahl wird alsdann auf die gewöhnliche Art gehärtet, und dem Eisen giebt man durch die sogenannte **Oberflächen- oder Einsatzhärtung**, die ich weiter unten (§. 279.) beschreiben werde, eine Stahlhaut. Weil die Waare durch die Oberflächenhärtung die reinste Fläche erhält, so wird der Stahl auch wohl auf diese Art gehärtet, wenn sie nämlich anwendbar ist, indem z. B. schneidende Sachen durch die Einsatzhärtung ihre Güte verlieren würden. Ohne Härtung läßt sich der Glanz nicht vollkommen darstellen, auch würde die Waare der Abnutzung nicht hinlänglich widerstehen können. —

Nach dem Härten fährt man wieder mit dem feinern Schmirgel Nro. 2. über die Flächen hin, um den dunklen Grund, der durch das Härten entstanden ist, wegzubringen. Dann wird die Arbeit mit

dem allerfeinsten Schmirgel Nro. 3. so rein abgerieben oder abgeschliffen, daß man nicht die geringsten Schrammen von dem vorher gebrauchten Schmirgel mehr sehen kann, wodurch dann auch zugleich eine vollkommene Politur gegeben wird, obgleich sie vielleicht noch etwas matt, wenigstens nicht so glänzend seyn kann, als sie seyn sollte. Wenn das zuletzt angewendete Schmirgelpulver gehörig fein gewesen ist, und wenn man lange genug damit gerieben hat, so ist es eine Kleinigkeit, den vollkommenen Glanz durch die folgenden Polirpulver zu ertheilen. Alle Schmirgelarten müssen beim Gebrauch mit Oel, alle folgenden Polirpulver aber mit starkem Brandwein angemacht werden.

Wenn bei der letzten Schmirgelung gut verfahren und recht feiner Schmirgel angewendet worden ist, so ist es einerlei, welches Polirpulver man nimmt; ob Crocus martis, **Zinnasche, Blutstein** oder **Englisch Roth**. Alle geben, wenn sie gleich gut zubereitet sind, einen fast ganz gleichartigen Spiegelglanz, und man merkt keinen Unterschied in der Farbe; vorausgesetzt, daß das Eisen oder der Stahl eine und ebendieselbe Beschaffenheit hatten. Ich habe mit vieler Sorgfalt und Genauigkeit mehrere andere auf verschiedene Weise bereitete Arten von Crocus martis, ferner Zinnasche, auf mehrere Arten zubereitet, geschwefeltes Kupfer und viele Kalke von den verbrennlichen Metallen durchprobirt, aber keines von diesen Materialien hat mir bessere Dienste, als die vorhin beschriebenen, beim Poliren geleistet, weshalb ich es für überflüssig halte, meine Versuche anzuführen. Vorzüglich habe ich den aus Stahl und Schwefel zubereiteten Crocus martis (§. 9, 4.) sehr gut und brauchbar befunden, weil er in der kürzesten Zeit die beste Politur giebt, man mag ihn allein, oder mit einem Zusatz von $\frac{1}{3}$ guter Zinnasche anwenden. Durch dieses Pulver werden alle anderen entbehrlich.

Das

Das englische rothe Polirpulver, oder Englisch Roth, hatte, im geschlämmten Zustande, dieselbe Wirkung und gab einen dunklen spiegelnden Glanz.

Blutsteinpulver giebt denselben Glanz und zwar, wie ein Polirstahl, durch bloßes Reiben. Es ist zwar nicht so scharf als die andern Metallkalke, allein eben deshalb darf man auch bei der Anwendung desselben weniger die Schrammen befürchten, die bei den übrigen Pulvern, wenn sie nicht sorgfältig bereitet sind, sehr leicht zum Vorschein kommen. Es scheint mir, daß mehr Zeit nöthig, um mit dem Blutsteinpulver einen eben so vollkommenen Spiegelglanz hervorzubringen, als mit dem Crocus martis, der zugleich etwas rauh ist, und daher den Stahl stärker angreift. Der Zusatz von ¼ reinem Zinnober zum Blutsteinpulver hat nicht den geringsten Nutzen, sondern verursacht nur Kosten und hat dunkle Farben zur Folge, wie ich schon im vorigen §. bemerkt habe.

Zinnasche giebt zwar keinen schlechteren Glanz, gewöhnlich wird die Farbe aber lichter und sticht mehr ins Weiße, und deshalb setzt man sie gern dem Crocus martis oder auch dem Blutstein zu. Nach meinen Versuchen bringt man aber auch einen dunklen Glanz zum Vorschein, wenn die Zinnasche sehr gut und fein zubereitet war, und wenn man stark reibt, ohne sie viel anzufeuchten. Da der dunkle Glanz den vollkommensten Grad von Politur anzeigt, so muß sich derselbe auch durch Zinnasche wohl erreichen lassen, allein es ist dazu nur längere Zeit erforderlich.

Wetzsteinpulver leistet, mit Oel versetzt, den Dienst des feinsten Schmirgels Nro. 4; allein es erfordert längere Zeit, und ist daher entbehrlich. — Der **levantische Wetzstein** oder auch die gelben Wetzsteine, welche man aus England, vorzüglich aus Lüttich, zum Abziehen der Rasirmesser erhält, lassen sich, besonders bei flachen Arbeiten, fast besser sogleich nach der Härtung

tung in der Gestalt von Steinen, als zum Gründen einer guten Politur, wie ich oben bereits erwähnt habe, anwenden.

Beim feinen Poliren muß man immer stark und schnell reiben, so daß die Arbeit erhitzt wird, und oft wieder mit den, mit Brandwein angemachten Pulvern angefeuchtet werden muß. Trocknet es dann wieder auf und wird auch der Polirstock äußerlich trocken, so ist dies ein Beweis, daß das Polirpulver die beste Wirkung thut und man muß dann nicht zu schnell mit dem Anfeuchten bei der Hand seyn; wenn aber dunkle Flekken entstehen, muß man wieder neues Pulver darauf thun. — Zur Anwendung der mit Oel angemachten Schmirgelpulver bedient man sich gewöhnlich der Polirstöcke von gutem alten eichenen Holz, worin sich keine harte glänzende Stellen befinden, oder auch **Wallnußholz**. Zu den feinen Glanzpolituren nimmt man aber gewöhnlich weichere Holzarten, vorzüglich trockenes und nicht quer gespaltenes **Erlenholz**. Nach meinen Erfahrungen leisten aber altes **Aepfel- und Birnbaumholz**, so wie **Kreuzdorn** viel bessere Dienste, weil sie der Abnutzung besser widerstehen und doch die scharfen Kanten der Arbeit, die oft stehen bleiben sollen, nicht angreifen. Härtere Holzarten: **Buxbaum** und **Ebenholz** lassen sich zwar beim Schmirgeln, aber nicht bei der Anwendung der feinsten Polirpulver, um Glanz hervorzubringen, gebrauchen. — Ich habe auch den Versuch gemacht, die Polirstöcke nach derselben Art, wie die Polirscheiben eingerichtet sind, machen zu lassen, nämlich das Holz der Quere nach zu nehmen, so daß das Ende des Stockes selbst, zum Poliren angewendet wird. Dies läßt sich leicht bewerkstelligen, wenn man kleine Scheiben von dem einen Ende einer, dem Zweck angemessenen Holzart, absägt, und sie unten an einem Stock von Erlenholz anleimt, welches besonders bei flachen Arbeiten von gutem Nutzen ist. Der Schmirgel

gel sowohl, als die feinsten Polirpulver hängen sich an diese Polirstöcke besser an, und wirken weit schneller, ohne sich sobald abzunutzen. — Zum Schmirgeln habe ich Eichenholz und zum Feinpoliren Erlenholz am besten gefunden, wenn die Fasern senkrecht zu stehen kommen. — Es versteht sich übrigens von selbst, daß man für jedes Pulver besondere Polirstöcke haben, und sie gegen Staub sorgfältig bewahren muß.

Das Poliren mit Holz hat indeß doch den Fehler, daß flache Arbeiten dadurch etwas erhaben, nämlich die scharfen Kanten etwas abgenutzt werden. Deshalb wenden einige Stahlarbeiter flache Eisen- oder Stahl-Feilen an, die mit vollkommen ebenen Flächen gearbeitet, und mit grobem Schmirgel in der Quere abgeschliffen oder mit einer scharfen Feile abgezogen sind, damit das Polirpulver in den Ritzen haften kann. Solche Feilen, die man aus 1 Theil Zinn, 2 Theilen Kupfer und $\frac{1}{10}$ Wismuth machen kann, haben mir bei der Anwendung von feinem Schmirgel oder Wetzsteinpulver mit Oel, so wie auch von Zinnasche mit Oel, gute Dienste gethan. Die letzte Politur muß man aber doch mit Zinnasche oder mit Blutstein und Brandwein geben, nachdem vorher aller Oelschmutz mit einem feinen Kreidelappen sauber weggenommen worden ist. — In England wendet man zu den Polirfeilen eine Metallmischung an, die nach meinen Untersuchungen aus 16 Theilen Messing, 4 Zinn, 4 Wismuth und 1 Eisen besteht, woraus man eine harte, spröde und sehr zweckdienliche Metallmischung erhält. Zu den allerfeinsten polirten Stahlarbeiten, zu den kleinen Taschenuhren u. s. f. nimmt man ein gut geschliffenes Prisma von Krystallglas, worauf man ganz kleine Arbeiten mit Zinnasche oder mit anderen vorhin genannten Polirpulvern, die mit Brandwein angemacht seyn müssen, abschleift oder abreibt, nachdem die feinen Feilstriche zuvor mit

Oel

Oel auf einem guten, völlig ebenen Wetzstein, gehörig weggeschaft worden sind.

Die Schwierigkeit, den Polirstab so gleichförmig zu führen, daß die Kanten nicht verletzt werden, hat zu einem kleinen Werkzeuge, Schaukel (gunga) genannt, Veranlassung gegeben, welches aus einem kleinen hölzernen Kloß (oder Parallelepipedum) besteht, der mit seinen beiden Axen zwischen zwei aufrecht stehenden Säulchen, die im Schraubestocke befestiget werden, aufgehängt ist, und sich darin frei um seine Axe bewegen kann. In diesen Kloß wird das kleine zu polirende Stück eingekerbt oder auf andere Art befestiget und giebt dann den ungleichen Bewegungen der wankenden Hand zugleich mit dem Kloße nach, die Arbeit mag eben oder erhaben seyn. Ich gebe gern zu, daß eine geübte Hand einer solchen Schaukel nicht bedarf, und daß es andere Mittel giebt, indem man die Arbeit zwischen hölzernen Klötzchen, die nach der Beschaffenheit der Waare eingerichtet sind, spannen und im Schraubstock befestigen kann. Bei runden und erhabenen Arbeiten wird das feine Poliren sehr erleichtert und an Zeit gewonnen, wenn man sie nach dem Glattfeilen zuerst mit dem Polirstahl polirt, um alle Feilstriche zu ebnen und auszureiben, und sie alsdann auf die gewöhnliche Art härtet. Sollte der Polirstahl einen etwas starken Grad oder eine Kante zurückgelassen haben, wodurch der Polirstock Schaden leiden könnte, so muß man diese Kante zuerst mit einem feinen Oelstein behutsam wegschleifen. Die feine Politur und der Glanz lassen sich hernach bald mit dem feinsten Schmirgel und zuletzt mit irgend einem Polirpulver, es sey Crocus martis oder Blutstein, darstellen. — Auf ebenen Flächen ist diese Methode aber nicht gut anwendbar, weil der Polirstahl immer eine flammige und unebene Oberfläche zurückläßt, die man mit einem geübten Auge sehr bald auffindet. — Eine gute Politur und Glanz lassen sich nach

nach dem Grobschmirgeln auch bloß dadurch geben, daß man den Polirstock mit Crocus martis nach derselben Richtung, die man dem Schmirgelstock vorher gegeben hat, anwendet; allein man erhält dadurch keinen Spiegelglanz, sondern die Schmirgelstriche werden nur hervorgehoben, und erhalten das Ansehen von feinen polirten Furchen. Dies ist bei der Anwendung der Polirscheiben in der Regel der Fall; es schadet indeß bei gewissen Arbeiten, z. B. bei gewöhnlichen Messern u. s. f. nicht. — Bei solchen Sachen, die ganz rund gefeilt sind und die das Ansehen haben sollen, als wenn sie gedreht wären (ohne daß man mit der Drehbank dazu kommen kann) verfährt man beim Poliren am schnellsten so, daß man sie zwischen zweien kleinen hölzernen Klötzchen dergestalt einsenkt, daß sich in jedem Klötzchen die eine Hälfte befindet; daß man die Klötzchen dann im Schraubestocke fest an einander schraubt, die Arbeit an dem freien nicht eingeschraubten Ende, wie den Griff an einem Bohrer, anfaßt, und sie schnell herumdreht. Dadurch erhält die Arbeit das Ansehen als wenn sie abgedreht wäre, und mit Polirpulver auf diese Art behandelt, bekommt sie einen vortrefflichen Glanz.

§ 11. Von der Anfertigung der Polirscheiben.

Wenn man mit den Polirscheiben etwas ausrichten will, so müssen sie so eingerichtet seyn, daß die Reibung auf dem Querschnitt des Holzes geschieht, damit der Schmirgel und die Pulver an den offenen Poren der senkrecht stehenden Fibern besser haften können. Alle vertikalen Polirscheiben, die mit der Kante wirken sollen, müssen aus mehreren keilförmigen Stücken so zusammengesetzt werden, daß der breite Theil dieser Kante den Umkreis der Scheibe bildet, und daß sie so dicht an einander gefugt und geleimt werden, als wenn sie zusammen gewachsen wären, damit sich weder Schmirgel noch sonst etwas fremdartiges zwischen den Fugen setzen

kann

kann, weil die Politur dadurch sogleich verdorben werden würde. — Holzarten, die bei einer gleichförmigen Härte, feine, offene Poren haben, z. B. **Wallnußholz**, **Mahagony**, **Eichen- und Erlenholz**, sind am besten zu gebrauchen; **Rüstern-** oder **Ulmenholz** leistet besonders bei feinen Polituren mit Crocus martis oder Blutstein gute Dienste. Altes, trockenes und gleichartig hartes Wallnußholz scheint mir indeß das vorzüglichste zu seyn. Hiernächst ist Eichenholz am mehrsten im Gebrauch *); man muß dann aber solches Eichenholz nehmen, welches nicht allein durch mehrjähriges Liegen höchst trocken, sondern auch dürre und mürbe geworden ist, wenige oder gar keine glänzende Flecken hat, sich beim Schneiden als mürbe zu erkennen giebt, und keinen glänzenden Schnitt zurückläßt. Auf solchem Holz hält sich der Schmirgel am gleichförmigsten und besten, und setzt sich als eine düne, harte Haut ab; so daß der Rand der Scheibe durch die starke Reibung gegen den damit zu polirenden Stahl, oder gegen einen glatten **Kiesel**, gegen Agat, oder gegen ein hartes Stück **Blutstein** (die man häufig gegen die Kante der umlaufenden Scheibe halten muß, wie ich im folg. §. beim Poliren der Klingen anführen werde) endlich eine glänzende glatte Fläche, wie die eines Polirstahls, bildet. — Daraus geht hervor, daß eine Scheibe in kurzer Zeit nicht dahin gebracht werden kann, einen vollkommenen Glanz zu ertheilen, sondern daß sie desto besser werden muß, je länger man sie gebraucht, vorausgesetzt, daß sie gegen alle Beschädigungen, gegen Sand und Staub gehörig bewahrt wird. — Damit das Poliren (besonders das der Klingen) schnell und gut von statten gehe, muß man der Scheibe einen gleichförmigen, sichern und schnellen Gang durch Wasserkraft ver-

*) Im Bergischen und in der Grafschaft Mark bedient man sich des Buchenholzes zur Anfertigung der Polirscheiben für die dortigen ausgebreiteten und fast bis zum höchsten Grade der Vollkommenheit gediehenen Schleifwerke (Schleifkotten.)

verschaffen, so daß die Scheibe in jeder Minute etwa 2000mal umlaufen kann. — Neue Scheiben (welche sehr genau und völlig rund abgedreht seyn müssen, und die zuerst nur zum Grobschmirgeln, oder zum Wegbringen der Feilstriche angewendet werden können) nimmt man nicht eher in Gebrauch, als bis man die Kanten sehr vorsichtig mit trocknem, durch Flor gesiebtem Schmirgel bestreut und denselben mit einem platten Hammer gleichförmig hineingetrieben hat. Alsdann macht man eine Salbe aus Schmirgel und Oel, womit man den Stahl oder die Klingen, welche geschmirgelt werden sollen, bestreicht, und hält sie gegen die Scheibe, wie im folgenden §. angeführt werden wird.

Man hat verschiedene Versuche gemacht, die Kante der Scheiben mit einem künstlichen Ueberzug zu versehen, um die Politur in kürzerer Zeit darzustellen. Hierzu lassen sich auch alle Arten von Leim, oder auch Eiweiß anwenden, welche mit feinem Schlammschmirgel oder Blutstein zur Salbe gemacht werden, die man auf die Kanten aufstreicht und dann eintrocknen läßt. Die mit solchen Ueberzügen angestellten Versuche haben aber gezeigt, daß die Rinde, so stark und vorsichtig sie auch auf der Scheibe befestiget seyn mochte, doch durch das schnelle und starke Reiben hie und da schadhaft ward, und alsdann die ganze Scheibe unbrauchbar machte, so daß durch das Umwechseln mit einer neuen Scheibe ein großer Zeitverlust entstand. Außerdem hat man auch die Bemerkung gemacht, daß solche überzogene Scheiben feine Schrammen geben, und daß sich der Spiegelglanz, den man bei der Politur vorzüglich schätzt, dadurch nicht erreichen läßt. — Die gut eingerichteten hölzernen Scheiben behalten daher den Vorzug. Zu jeder Art von Schmirgel muß man aber eine besondere Scheibe haben.

Um bei sehr kleinen Arbeiten schneller zu Scheiben zu gelangen, kann man auf den Kanten der Scheiben

fen von festen Sämischleder ganz gleichförmig und dauerhaft aufleimen. Wenn sie angetrocknet sind, werden sie gegen eine grobe Feile gleichförmig herumgedreht, mit einem dünnen Leim überstrichen und mit Schmirgelpulver besiebt, der sich in den Leim einziehen und mit demselben trocken werden muß. Eine Scheibe wird für den gröberen Schmirgel, eine zweite für die zweite, eine dritte für die dritte oder feinste Schmirgelsorte, und eine vierte für den Crocus martis, oder für den Blutstein bestimmt.

Wenn man dies Ueberziehen mit Leim oder das Aufsieben mit Pulver zwei- oder dreimal wiederholt, so wird die Rinde noch viel fester und leistet eine schnelle Wirkung, sobald man die Scheiben in der gehörigen Ordnung folgen läßt, und nicht viel Feuchtigkeit anwendet. Die zu polirende Sachen müssen aber während der Arbeit häufig mit den verschiedenen Schmirgeln und Polirpulvern bestrichen werden, weil sich feine Schrammen sonst nicht vermeiden lassen. — Um feiner Arbeit, z. B. Rasirmessern u. dgl., den höchsten Grad von Politur zu geben, wird die Kante einer Scheibe mit ganz feinem Elendsleder belegt, und der vom Hn. **Perret** angegebene, vorhin beschriebene Crocus martis, entweder im trockenen Zustande, oder um ihn besser haften zu lassen, mit Brandwein angefeuchtet, eingerieben. — Polirscheiben aus trocknem, dichtem und weichem Ebenholz, deren Kanten von den langen Seiten der Holzfasern gebildet sind, habe ich zur feinen Polirung, besonders bei Rasirmessern, mit einer Salbe von dem feinsten Schmirgel und Talg oder Baumöl, sehr brauchbar gefunden. Der Glanz läßt sich auf einer solchen Scheibe mit Crocus martis oder Blutstein und Brandwein ebenfalls recht gut hervorbringen.

§. 12.

§. 12. Vom Poliren auf der Scheibe.

Alle Sachen, die auf einem Schleifstein abgeschliffen werden können, lassen sich auch durch eine umlaufende Scheibe poliren; z. B. Messer- und Degenklingen, Scheren u. s. f. Auch gröbere, platte und ebene Sachen, bei denen man einige Unvollkommenheiten nicht so genau nimmt, polirt man wohl mit dem Schleifstein und mit Polirscheiben, denn alle Politur, die mit der Scheibe gegeben werden kann, geht nicht allein am schnellsten von statten, sondern sie ist auch am wohlfeilsten.

Wenn die Polirscheiben so angefertiget sind, wie ich es im vorigen §. gezeigt habe, wenn man sie ferner von verschiedener Größe, und zu gröberen und feineren Schmirgeln und Polirpulvern eingerichtet, vorräthig hat, so gehört nicht viel Kunst dazu, die vorher gut abgeschliffene Arbeit zu poliren. Gewöhnlich gebraucht man nicht mehr als eine, oder höchstens zwei Arten von Schmirgel, der bloß auf einer eisernen Platte fein gerieben, und so wie er ist, gebraucht, oder auch vorher durch Kammertuch gesiebt wird. Bei feineren Sachen wendet man den Schmirgel, wie ich schon oben gesagt habe, mit Baumöl — bei gröberen, mit Rüböl zu einer Salbe gemacht, an; indeß nimmt man das Rüböl auch wohl zu feineren Sachen. Diese Salbe streicht man auf die zu polirende Arbeit, und hält die letztere gegen die umlaufende Scheibe, wozu freilich eine feste Hand erfordert wird, indem man die Arbeit, um die Schleifsteine heraus zu bringen, zuerst an- und wieder abhalten, zuletzt aber ohne Absetzen gegen die Scheibe drücken muß, damit die Schmirgelstriche alle eine Richtung erhalten.

Sind die Klingen solchergestalt grob geschmirgelt, so werden die gröberen Schmirgelstriche auf einer anderen Scheibe mit feinerem Schmirgel, mit welchem man

man auch zugleich die feine Politur geben kann, weggenommen.

Um dies zu bewirken, muß man aber die Scheibe zuerst von der Fettigkeit befreien. Die deutschen Klingenschleifer nehmen hierzu den Schleifschmand oder den Abfall von den Schleifsteinen beim Schleifen, den sie sammeln, kleine Ballen daraus machen und diese so lange glühen, bis sie eine röthliche Farbe erhalten haben. Diese gebrannten Kugeln halten sie gegen den Rand der umlaufenden Scheibe, der dadurch trocken und mit einem feinen Pulver überzogen wird, welches mit einem flachen, harten Kieselstein eingerieben werden muß. Ist dies geschehen, so wird eine reine Holzkohle gegen den Rand der Scheibe gehalten, wodurch derselbe geschwärzt wird, und diese Schwärze muß abermals vermittelst eines glatten Kieselsteines eingerieben werden. Das ganze Verfahren währt nicht länger als eine halbe Minute. Die Scheibe ist nun fertig, und giebt der Waare, wenn dieselbe mit angemessenem Druck angehalten wird, eine gute Politur. Fühlt der Schleifer aber, daß die Scheibe nicht angreifen will, oder daß die Arbeit nicht glänzend genug wird, so muß die eben erwähnte Procedur mit dem Schleifschmand, mit der Holzkohle und dem Kieselstein in der angeführten Ordnung wiederholt werden. — Dieser Polirmethode bedienen sich vorzüglich die deutschen Klingenschleifer; man erhält dadurch vorzüglich gute Klingen, welche durch diese Behandlung, wie es in Deutschland heißt: braungeplist werden *); indeß kann man sie auch bei allen andern Arten von Messern u. s. f. füglich anwenden.

Die Rasirmesser müssen beim Schleifen und Poliren mit mehrerer Sorgfalt behandelt werden, weil die dünne Schneide leicht verdorben wird, und in der Hitze, wel-

*) Bei den märkischen Schleifereien dient der Schmirgel als Polirmittel, und zum Bruniren wendet man Blutstein an.

welche vorzüglich bei der feinen oder letzten Politur entsteht, anlaufen würde. Den besten Glanz erhält man, wenn man nach beendigtem Feinschmirgeln, sehr fein geriebenen Blutstein oder auch den oben beschriebenen Crocus martis auf eine besonders dazu bestimmte Scheibe aufträgt, welche, so wie alle Schmirgelscheiben, bei gehöriger Pflege, desto besser wird, je länger sie gebraucht worden ist. Ein starker Glanz läßt sich auf der Scheibe auch dadurch hervorbringen, daß man den Rand derselben, wie ich schon im vorigen §. bemerkt habe, mit sehr zartem Elends- oder Hirschleder überzieht.

Unsere schwedischen Schleifer, deren Vorrichtungen mit Wasser getrieben werden, gebrauchen selten mehr als eine einzige Scheibe, deren Rand sie mit Schmirgel einreiben, und die Sachen auf dieser Scheibe auch ganz trocken poliren, ohne eher neuen Schmirgel aufzustreichen, als bis sie sehen, daß die Scheibe nicht mehr angreifen will. In diesem Fall bestreichen sie die Kante der Scheibe, aber nicht das zu polirende Stück selbst, mit Schmirgel und Oel, welche Verfahrungsart durchaus fehlerhaft ist. — Zum Poliren aller krausen Arbeiten, wobei man die gewöhnliche Scheibe nicht anwenden kann, z. B. zu Degengefäßen und dergleichen Stahlarbeiten, bedient man sich kleiner umlaufender eichener Walzen, deren Oberfläche mit kurzen und steifen Borsten besetzt ist. Von solchen Walzen sind aber wenigstens zwei erforderlich, die eine muß nämlich mit Schmirgel und Oel, die andere mit Crocus martis und Brandwein eingerieben seyn. Wenn man die Vertiefungen, Gravirungen und Zierrathen der Stahlarbeit ebenfalls mit Schmirgel oder Polirpulver bestreicht, und dann die mit demselben Pulver eingeriebenen, sich schnell um ihre Axe drehenden Borsten beim Poliren anwendet, so fällt die Politur gut aus, und es wird viel Zeit erspart. Eine ausführliche Anweisung zu allen Handgriffen und Vorkehrungen

gen zum Schleifen und Poliren, findet man in dem großen Werk: Description des Arts, besonders im dritten Theil l'Art des Couteliers *).

Einige Arbeiter in Schweden, auch in der neuen Freistadt **Elskilstuna** beweisen durch ihre Arbeit, daß sie die Kunst: die feinste Politur zu geben, und einen Spiegelglanz hervorzubringen, der den besten englischen und französischen Waaren nichts nachgiebt, verstehen, wenn sie nur vollkommen dichtes Eisen, und so feinen und dichten Stahl, als der englische Gußstahl ist, zu verarbeiten haben, weil ohne die gehörige Dichtigkeit unmöglich ein vollkommener Glanz hervorgebracht werden kann. — Es ist zu wünschen, daß die schwedischen Arbeiter bemittelt genug wären, sich Maschinen anschaffen zu können, weil sie sich die Arbeit dadurch erleichtern und wohlfeilere Preise zu stellen im Stande seyn würden.

Noch muß ich bemerken, daß einige Arbeiter, bei der Zubereitung der Rasirmesser u. s. f., um den feinen Schmirgel oder das Polirpulver in eine Salbe zu bringen, statt des Oels, Talg anwenden, welches entweder für sich allein, oder doch nur mit höchst wenigem Oel zusammengelassen, gebraucht wird. Dadurch erreichen sie den Vortheil, daß sich das Schleifpulver besser auf der Scheibe hält, und nicht vom Rande abgleitet, welches gewöhnlich bei der Anwendung des Oels der Fall ist.

§. 13. Von der horizontalen Vorrichtung zum Poliren.

Wo man feinere, glatte und flache Stahlarbeiten, z. B. Uhrketten, Schnallen, Knöpfe rc. in großer Menge anzufertigen hat, bei denen das Schmirgeln und Poliren auf der Kante einer vertikalen Scheibe (wo-

*) Das Original ist unter dem Titel: L'art du Coutelier, par J. J. Perret im Jahre 1772 zu Paris in zwei Bänden, als ein besonderes Werk erschienen. Eine deutsche Uebersetzung kenne ich nicht.

(wodurch immer konkave Flächen entstehen) nicht anwendbar ist, da sollte man, wie in England, eine Schleif- und Polirmaschine mit mehreren horizontalen Scheiben haben, die durch Wasserkraft in Bewegung gesetzt werden. Die Anordnung könnte etwa folgende seyn: — Eine große hölzerne Scheibe, die 5 bis 6 Fuß im Durchmesser haben muß, wird unter einem starken, feststehenden Tisch, durch ein Kronrad, oder durch einen Trilling in Bewegung gesetzt. Auf dem Tisch müssen 4 bis 6 kleine horizontal liegende Schleif- und Polirscheiben neben einander Raum haben, und im Umkreise desselben so angebracht werden, daß jede Polirscheibe unter dem Tisch mit einer hölzernen Rolle versehen ist, deren Umkreis mit der großen hölzernen Scheibe, die unter dem Tisch umläuft, durch einen unmittelbaren Druck und Gegendruck in Verbindung steht. Die große Scheibe muß nach Art der Polirscheiben, nämlich so, daß die Querschnitte des Holzes den Umkreis bilden, gearbeitet seyn.

Auf diese Weise können alle Polirscheiben, durch die Reibung gegen die Kanten der großen Scheibe, sehr schnell umlaufen, auch kann man, nach Erfordern, die eine oder die andere von den kleinen Scheiben plötzlich zum Stillstand bringen, wenn man nur die zu ihr gehörige, unter dem Tisch befindliche Rolle etwas von dem Rand der großen Scheibe entfernt. — Die Arbeit kann von Knaben und Mädchen verrichtet werden. Bei dieser Polirmethode lassen sich die Polirscheiben auch nach der Anwendung, die von ihnen gemacht werden soll, einrichten; z. B. zum Schmirgel- und Wetzsteinpulver nimmt man Scheiben von gutem Roheisen, zur Zinnasche von einer Zinnmischung, zur feinsten Politur mit Blutstein aber von Eichen- Wallnuß- Erlen- oder Lindenholz. Man kann sie auch mit Sämischleder bekleiden, wie es Erfahrung und Umstände erheischen, wobei ich mich auf das oben Gesagte beziehe.

Vie-

Viele kleine flache Sachen, z. B. Uhrkettenglieder, können auf diese Weise sehr schnell geschliffen und polirt werden, wenn man sie zur Befestigung in ein Stück Kork steckt, und mit ihnen von einer Scheibe zur andern geht. — Wenn solche Maschinen die Arbeit nicht erleichterten, so wäre es auch nicht möglich, dergleichen Waaren für so geringe Preise zu liefern.

§. 14. Von den Stahlspiegeln.

Gewöhnlich pflegt man die sogenannten Stahlspiegel als Beweis, daß die Alten von der Kunst des Stahlpolirens unterrichtet gewesen sind, anzuführen. In Absicht der Farbe und des Glanzes kommen sie dem gut polirten Stahl außerordentlich gleich, auch sind sie vor Zeiten, ehe die Kunst, das Glas mit Zinnfolie zu belegen, bekannt war, ohne Zweifel als Spiegel benutzt worden. Ein großer Theil von den Stahlspiegeln, die ich zu sehen Gelegenheit gehabt habe, bestand indeß aus anderen Metallmischungen, worin nur wenig oder gar kein Eisen befindlich war. — Ich habe mehrere Versuche angestellt; solche Metallmischungen darzustellen, schränke mich aber auf die Bemerkung ein, daß eine Mischung aus 8 Theilen Messing, $3\frac{1}{2}$ weißen Arsenik und 1 Zinn, nach den Regeln der Kunst, mit Vorsicht zusammengeschmolzen, vor allen andern Compositionen in Hinsicht der Politur, Härte und Beständigkeit an der Luft, vorgezogen zu werden verdient. Eben so gut, in mancher Hinsicht vielleicht noch besser, verhielt sich eine Mischung aus 2 Theilen Messing, 1 regulinischem Kobald oder Speiskobald und $\frac{1}{2}$ Arsenik. Diese, und mehrere andere Mischungen haben, für ein ungeübtes Auge, das Ansehen des Stahls, weil sie eben so hart sind, und eine fast eben so gute Politur annehmen. Verschiedene Waaren, die aus einer ähnlichen Mischung bestehen, z. B. facettirte und glatte Knöpfe, würde jeder Ungeübte für Stahl halten. Die gewöhnliche

liche Mischung zu den Reflectionsspiegeln besteht aus 20 Theilen Kupfer, 9 Zinn und 8 Arsenik. Wenn man die Masse gegen das Anlaufen an der Luft mehr sichern will, muß man statt des Arsenik regulinischen Spiesglanz nehmen; Messing, statt des Kupfers angewendet, giebt eine weißere und bessere Mischung. *) Durch das Angeführte will ich indeß keineswegs läugnen, daß man vor Zeiten auch aus Stahl Spiegel zu machen verstanden hätte. Die Kunst des Stahlpolirens ist so leicht, daß sie nicht allein vor mehreren hundert Jahren bekannt seyn konnte, sondern auch wahrscheinlich damals mehr ausgeübt worden ist, als jetzt; wenigstens wird der Glanz der alten Schwerdter und Waffen von den Geschichtschreibern als so außerordentlich geschildert, daß man dem blühenden Styl auf Kosten der Wahrheit etwas zu gute halten muß. Daß man aber so große Flächen, als unsere größten Glasspiegel haben, aus einem gleichförmig dichten Stahl, ohne Flecken, zu verfertigen im Stande gewesen wäre, läßt sich nicht glauben.

Alle Metallmischungen zu Spiegeln, mit welchen ich Versuche anzustellen Gelegenheit gehabt habe, zu denen ein Zusatz von Eisen, entweder für sich allein, oder vorher mit regulinischem Spiesglanz zusammengeschmolzen, angewendet ward, zeigten den Fehler, daß sie sich entweder schwer gießen ließen, oder daß sie keine gleichförmige Politur annahmen. Dies bewog mich, vom Zusatz des Eisens ganz abzustehen, obgleich mehrere Kunstbücher diesen Zusatz ausdrücklich vorschreiben. Ich will indeß zugeben, daß der Zusatz von Stahl oder Eisen zu einigen Metallmischungen sehr gute Dienste leisten mag,

wenn

*) Man vergleiche, wenn man über die Anfertigung der Metallspiegel näheren Aufschluß zu haben wünscht: „Anweisung, die beste Composition zu den metallenen Spiegeln der Teleskope zu machen, nebst einer Vorschrift, diese Spiegel gehörig zu gießen, zu schleifen und zu poliren, von J. Mudge. Aus den Phil. Trans Vol. LXVII. P. I. S. 296. übersetzt in den Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte B. I. S. 584.

wenn man die Quantität richtig trifft, und wenn man die Vermischung mit der möglichsten Vorsicht unternimmt, wovon ich weiter unten (§. 142.) bei Gelegenheit der Vermischung des Eisens mit andern Metallen ausführlicher reden werde. — Welche Mischung zu den Stahlspiegeln auf Leuchtthürmen genommen wird, habe ich nicht in Erfahrung bringen können. Im Jahr 1600 erhielt ein Deutscher ein Monopol für solche Spiegel in ganz Schweden; ob dies aber noch existirt, weiß ich nicht. Die Glockengießer müssen sie anfertigen können, weil sie ohne Zweifel aus einer harten Metallmischung, z. B. aus Zinn und Messing mit etwas Spiesglanz oder auch vielleicht bloß aus Zinn und Messing bestehen. — Wer Lust und Neigung hat, Versuche mit Stahlspiegeln aus Eisen anzustellen, muß Roheisen dazu anwenden, weil man dieses gleichförmig dicht erhalten kann, und weil es nicht mit verschiedenartigen Streifen und Adern, wie das geschmiedete Eisen und der Stahl, versehen ist. Nach meinen Versuchen erhält ein ausgesucht gutes, durch Cementiren mit Kalk (wovon ich weiter unten §. 265, 4, 5. reden werde) weicher gemachtes Roheisen, nach dem Feilen, Härten, Schmirgeln und Poliren, den allervollkommensten Spiegelglanz, ohne die geringsten Fehler, Flecken oder Schrammen. Bei vielen Gelegenheiten kann man davon sehr füglich Gebrauch machen, wenn man den feinen Gußstahl, der in Rücksicht seiner Dichtigkeit alles übertrifft und die beste Politur annimmt, nicht bekommen kann. Solche Spiegel haben aber den gewöhnlichen Fehler alles Eisens und Stahls, daß sie nämlich in der feuchten Luft rostig werden und verderben.

Hr. Perret führt an (l'art des Couteliers) daß er den Versuch gemacht habe, einen kleinen Spiegel, 6 Zoll hoch und 3½ Zoll breit, aus reinem Stahl, der in Oel gehärtet, mit Schmirgel auf einer ebenen hölzernen Scheibe geschliffen und dann mit Crocus martis

po-

polirt ward, anzufertigen, wodurch er einen eben so starken Glanz als den der besten Glasspiegel erhielt. Die Pariser Akademie ertheilte diesem Spiegel ein großes Lob, und nachher ist er dem König als ein Geschenk übergeben worden. Dies beweist ohne Zweifel, wie vollkommen die Arbeit gewesen seyn muß, und daß die Kunst des Stahlpolirens noch im Flor gewesen seyn würde, wenn es sich nur der Mühe lohnte, davon bei Spiegeln eine Anwendung zu machen, indem man diese jetzt viel wohlfeiler aus Glas erhalten kann.

§. 15. Vom Beizen des Eisens.

Ich habe oben (§. 5 — 10.) kurz bemerkt, wie man die rechte Farbe des Eisens entblößen, oder wie man es vom Glühspan (der beim Schmieden oder Glühen entsteht) durch Feilen, Schleifen und Poliren befreien kann. Dieser Zweck läßt sich auch mit weniger Umständen durch solche Mittel erreichen, durch welche das Eisen aufgelöst, vorzüglich aber der Glühspan auf demselben angegriffen wird; es sey auf dem nassen Wege durch zweckmäßige Auflösungsmittel, oder auf dem trocknen Wege, durch das Glühen. Freilich läßt sich hierdurch weiter nichts bewirken, als die wirkliche Farbe des Eisens durch die äußere Entblößung darzustellen, denn man kann durch diese Behandlung weder eine größere Dichtigkeit hervorbringen, noch dem Eisen eine andere Natur, als es vorher durch das Schmieden erhalten hat, mittheilen. In der achten Abtheilung werden wir sehen, daß das Eisen fast von allen Flüssigkeiten, nur in verschiedenem Grade, angegriffen und aufgelöst wird, und daraus wird hervorgehen, welcher Mittel man sich bedienen muß, um am schnellsten und wohlfeilsten zum Zweck zu gelangen. Hier werden wir zeigen, wie man die Oberfläche des Eisens entblößen, und seine wahre Farbe darstellen kann.

1. Auf dem nassen Wege.

Auf dem nassen Wege geschieht das sogenannte Beizen des Eisens durch verschiedene Flüssigkeiten, die aus dem Mineral- Pflanzen- und Thierreich abstammen können. In der Regel lassen sich alle Pflanzensäuren, obgleich mit verschiedenem Erfolg dazu anwenden. Die gewöhnlichsten sind folgende:

a) Die Säure welche man erhält, wenn man geschrotenes Getreide, vorzüglich Roggen mit heißem Wasser übergießt und in der Wärme gähren läßt; ein Verfahren, welches dem beim Brandweinbrennen üblichen, ähnlich ist. Dieser Säure bedient man sich vorzüglich in den Fabriken, wo Eisen, ohne vorhergegangenes Feilen verzinnt werden soll; bei der Verfertigung verzinnter Eisenbleche, blecherner Geschirre u. s. f., wobei die Oberfläche des Eisens erst völlig gereiniget werden muß, ehe das Zinn fest darauf haften kann. —

Man bringt das durch das Glühen mit Glühspan bedeckte Eisen in eine solche Mischung, und stellt sie, um das Beizen zü befördern, in die Wärme. Gewöhnlich ist der Glühspan in einem Tage so weggebeizt und abgelöst, daß man ihn durch Scheuren mit Sand und einem Lappen leicht abreiben kann. Sollte das Eisen aber noch Stellen haben, die vom Glühspan nicht ganz frei geworden sind, so wird es noch einmal, zuweilen auch wohl zum drittenmal auf 24 Stunden in die Beitze gebracht, und jedesmal wieder gescheuert, da es dann gewiß ganz rein und blank, mit seiner wirklichen natürlichen Farbe erscheint. — Bei diesem Verfahren muß man aber haushälterisch umgehen, und das Eisen zuerst in die älteste oder am mehrsten gebrauchte Beize stellen, welche noch gut genug ist, um den gröbsten Glühspan wegzubringen. Alsdann wird es in ein anderes Gefäß gethan, worin sich eine stärkere, oder weniger gebrauchte Beize befindet, und endlich in ein drittes, welches die neue, wirksamste Beize enthält, um

durch

durch dieselbe allen Glühspan, der durch die schwächeren Beizen nicht weggeschafft werden konnte, wegzubringen. Beim Verzinnen der Bleche (§. 150.) werde ich ausführlicher davon reden.

b) Eine gleiche Wirkung, als die eben genannte Säure, äußert auch der **Brandweinschlamm**. Weil sich die Verzinnereien aber nicht immer an solchen Orten befinden, wo große Brandweinbrennereien sind, oder weil man nicht so viel Schlamm, als zum Beizen nöthig seyn würde, erhalten kann, der Schlamm sich auch nicht so lange hält, als reine Kornsäure; so ist das Beizen mit Schlamm sehr wenig gebräuchlich. Man steht auch wohl in dem Wahn, daß der Schlamm zum Mästen des Viehes nicht zu entbehren sey, und zu diesem Zweck viel vortheilhafter angewendet werden könne; bedenkt aber nicht, daß dadurch auf der andern Seite wieder viel gutes Getreide zum Unterhalt für die Menschen verloren gehe; wenigstens erfordern große Verzinnereien so viel Beizkorn, daß alle Arbeiter der Fabrik davon leben könnten. Es wäre daher keine üble Speculation, wenn sich ein Fabrikant zuerst durch die Brandweinbrennerei für das Getreide bezahlt machte, und nachher den Schlamm zum Beizen des Eisens anwenden wollte. In den Königlichen Brandweinbrennereien, wo der Schlamm in großer Menge weggegossen wird, könnte man davon eine sehr nützliche Anwendung auf die angegebene Art machen; allein bis jetzt hat es noch am Willen oder an Einsicht gefehlt, eine solche Einrichtung zu treffen.

c) Mit den allergeringsten Kosten läßt sich der **Holzessig**, oder das saure Wasser, welches man durch die Destillation aller Holzarten erhält, zum Beizen des Eisens gebrauchen. Wie man diesen Essig durch die Destillation erhalten kann, darüber lese man **Hn. Nordenskölds** Versuche in den Abhandlungen der Königl. Schwed. Akademie der Wissenschaften für das Jahr 1766

1766 B. XXVII. S. 116 — 123. *). Auch in Hn. Wallners, im Jahr 1746 herausgegebenen Kunst, Kohlen zu schwählen **), befindet sich ein von mir angegebenes Verfahren, den Theer beim Verkohlen in gewöhnlichen Meilern zu sammeln, wobei man, nach meinen späterhin angestellten Versuchen, sehr viel Holzessig oder saures Holzwasser erhält, das zu dem gedachten Zweck mit großer Kostenersparung angewendet werden kann. ***).

d) Alle anderen Essigarten und Säuren aus dem Pflanzenreich, so wie alle Flüssigkeiten, die durch Gährung sauer werden, z. B. die Säfte von sauren Beeren, Berberitzen, Vogelkirschbeeren, Schlehdornbeeren u. s. f., lassen sich zu diesem Behuf zwar anwenden, aber Erfahrungen haben gelehrt, daß sie weniger wirksam sind.

e) Im Mineralreich und unter den Salzen giebt es Mittel, welche die Reinigung der Fläche des Eisens am schnellsten bewirken. Der gemeine Alaun leistet mit geringen Kosten eine vorzügliche Wirkung. Versuche lehren, daß eine Auflösung von 3 Loth Alaun in einer Kanne heißem Wasser, jedes Eisen in einer Zeit von 6 Stunden vom Glühspan befreit. In großen Ver-

*) In der bekannten Kästnerschen Uebersetzung im B. 28. S. 123. u. ferner.

**) Dies Werk erschien zuerst als Programm 1740. zu Upsala unter dem Titel: Magni Wallneri de arte carbonaria in patria. Im J. 1746. ward es zu Stockholm in schwedischer Sprache, verbessert und mit Zusätzen versehen, (Wallners Afhandling om Kolare-Konsten i Sverige) herausgegeben. Eine deutsche Uebersetzung ist nicht vorhanden.

***) Zur Auffangung des Theerwassers oder der brandigen Essigsäure muß man durchaus gemauerte Meilerstätten haben, wenn das Quantum beträchtlich ausfallen soll. Dies setzt aber voraus, daß man eine und dieselbe Meilerstätte immer benutzen kann, welches aber bei zerstreuten Köhlereien nicht möglich ist, und dies ist auch der Grund, warum das Beitzen des Weißbleches mit Theerwasser bis jetzt nur noch auf wenigen Verzinnereien eingeführt worden ist. In Sachsen und Böhmen bedient man sich des Theerwassers indeß bereits auf mehreren Weißblechhütten.

Verzinnereien würde sich eine solche Alaunauflösung oder Alaunlauge ohne Zweifel mit großer Getreide-Ersparung zum Beizen des Eisens anwenden lassen. Man muß aber wohl bemerken, daß der Alaun in demselben Augenblick, in welchem seine Säure das Eisen angreift, beizt und reiniget, die Erde, welche seine Grundlage ausmacht, fallen läßt. Diese Erde ist reine Thonerde. Bei diesem Proceß wird zuerst die überflüssige Säure, durch den Angriff auf das Eisen, geschwächt, und dann wird der Alaun selbst zerstört und zersetzt, wie der erdige Niederschlag hinlänglich beweist. — Mehrere und im Großen angestellte Versuche müssen übrigens lehren, mit welcher Oekonomie und Kostenersparung sich der Alaun zum Beizen würde anwenden lassen. Sehr wahrscheinlich ist es aber, daß ein Zusatz von Alaun zur Kornbeize oder zum Brandweinschlamm sehr gute und schnelle Dienste thun würde, weil der Alaun bekanntlich die Gährung oder die Säurebildung bei allen vegetabilischen Flüssigkeiten nicht allein nicht hindert, sondern sogar befördert und die Säure schärfer macht. — Noch muß ich aber bemerken, daß das Eisen die Verzinnung nicht gern annimmt, wenn es mit Alaunwasser allein gebeizt wird; weshalb man das Eisen zuletzt wieder in Kornbeize bringen muß. In manchen Fällen, z. B. beim Drathziehen, um den Glühspan von den groben Drathsorten wegzunehmen, leistet der Alaun gewiß gute Dienste.

f) Weiter unten (§. 68, 4.) bei den Auflösungen des Eisenkalkes werden wir sehen, daß verbranntes Eisen, Glühspan oder Schmiedesinter und Crocus martis, nur von der Salzsäure bedeutend angegriffen werden, und deshalb sind alle Substanzen, welche diese Säure als Grundstoff enthalten, zur Befreiung des Eisens vom Glühspan vorzüglich anwendbar. Hierher gehört besonders der Salmiak, der deshalb in mehreren Fabriken angewendet wird, besonders in den Blech-

schmie-

schmieden und den damit verbundenen Verzinnereien.— Gewöhnlich nimmt man zu einer Kanne Wasser 4 Loth Salmiak. Die Auflösung wird in eine mittelmäßige Wärme gestellt, wodurch man das Eisen gewöhnlich schon in einem halben Tage vom Glühspan frei und sehr blank, wenigstens in einem Zustande erhält, daß der noch rückständige Glühspan durch Scheuren mit Sand und Wasser leicht abgerieben werden kann. Sollten sich noch einige Flecken zeigen, so muß das Beizen mit frischem Salmiakwasser, und das Scheuren, nach der eben angezeigten Art, wiederholt werden. Weil das Eisen aber durch das Salz sehr zum Rosten geneigt wird, so muß es in reinem Wasser tüchtig abgespült, darin aufbewahrt, und aus dem Wasser unmittelbar in das Zinn gebracht werden, damit es bedeckt und gegen das Rosten geschützt bleibt. Der Salmiak besitzt außerdem noch die Eigenschaft, die Oberflächen des Eisens und des Zinnes zu einander geneigter zu machen, sie in ihrem Attraktionskreise näher zu bringen, und die genaueste Vereinigung zu bewirken. Er würde daher zur Reinigung des Eisens, besonders bei den Verzinnereien, vor allen andern Substanzen den Vorzug verdienen, wenn sich nur der hohe Preis desselben, vorzüglich bei großen Werken, mit seiner Anwendung vertragen wollte *). Alle übrigen künstlich bereiteten Salze und Pflanzensäure, Spiritus und zusammengesetzte Etzwasser übergehe ich hier, indem ich weiter unten (§. 229.) wieder darauf zurückkommen werde.

g) Im Thierreich ist der Urin die einzige Flüssigkeit, welche mit leidlichen Kosten, bei großen Einrichtungen, zum Beizen des Eisens angewendet werden kann. Besonders gilt dies vom menschlichen Urin, weil derselbe viel Kochsalz enthält. Man wendet ihn bei verschiedenen Gelegenheiten zum Wegbeizen des Glüh-

*) Aus diesem Grunde hat man auch auf den schlesischen Verzinnereien von dem Gebrauch des Salmiak abstrahiren müssen, obgleich der Spiegel der Bleche dadurch weit schöner wird.

Glühspans an. Wo es nemlich nicht so sehr darauf ankommt, daß das Eisen eine blanke Außenseite erhält, z. B. bei der Anfertigung starker Seile von Stahl, oder des dicken Stahldraths, bedient man sich des Urins mit einem Zusatz von Salzlake, in welche Lauge die Stahlzaine zu Anfange der Fabrikation, zwischen jeder Glühung gelegt, und mehrere Tage darin gebeizt werden, wodurch sich der Glühspan ablößt, und dann leicht mit einem rauhen Sandstein abgerieben werden kann. Es schadet bei dieser Operation nicht, wenn der Stahl äusserlich auch etwas rostig bleibt, weil das Drathziehen dadurch erleichtert wird, und der Stahl auch etwas zäher zu werden scheint, welches wohl daher rühren mag, weil die Schmiere (die gewöhnlich aus Baumöl und Talg besteht) auf der zerfressenen Oberfläche besser haften kann. — Auch die saure Milch ist eine thierische Flüssigkeit, welche in manchen Fällen mit Vortheil zum Eisenbeizen angewendet werden kann. — Zu allen diesen Beizen wird aber eine gute warme Sommerluft nothwendig erfordert.

2. Auf dem trockenen Wege.

Auf dem trockenen Wege oder in der Glühhitze, läßt sich die wahre Farbe des Eisens erkennen und darstellen:

a) Wenn es nach dem Glühen gebogen und gehämmert wird, damit der Glühspan abspringt.

b) Wenn es im rothwarmen Zustande schnell im Wasser abgelöscht wird.

c) Wenn es während dem Glühen mit solchen Körpern bedeckt wird, die den Glühspan oder Rost in der Glühhitze auflösen.

Die erste Methode, das Eisen durch Biegen zu reinigen, wird zuweilen in den Drathziehereien angewendet, indem man den frisch geglüheten Eisendrath drei oder viermal, vermittelst der Drathzangen oder Schee-

Scheeren durch Löcher zieht, welche in einem eichenen Brett angebracht sind, wobei dann der mehrste Glühspan durch die schlangenförmige Bewegung in dem Loch und durch die Reibung gegen das Brett abgeschabt wird. — Vollständiger wird der Zweck aber dadurch erreicht, daß man die Drathringe unter beständigem Zutröpfeln von Wasser, gegen einen Stock schlägt, oder in einer, sich um ihre Achse drehenden Tonne abscheuren läßt, wie ich in meiner Anleitung zur Verfeinerung des Eisens S. 232 *) ausführlicher gezeigt habe. Die zweite Methode, oder das schnelle Ablöschen, gewährt nur eine sehr unvollkommene Reinigung. Das Eisen zieht sich durch die schnelle Abkühlung zwar zusammen, und reiniget sich dadurch von dem darauf sitzenden Glühspan, der sich wegen seiner glasartigen Natur in der Kälte nicht zusammenziehen kann; auch wird er dadurch wirklich theilweise von dem Metall abgelößt, und zu gleicher Zeit, wegen seiner glasartigen Natur, mürber und pulverartig, so daß man ihn durch ein geringes Biegen, Hämmern, Scheuren oder Schaben leicht entfernen kann. Weil diese Reinigung aber immer nur stellenweise geschieht, und weil das Eisen durch das Ablöschen im Wasser härter wird, welches mit dem beabsichtigten Zweck nicht immer vereinbar ist; läßt sich diese Reinigungsart selten anwenden. — Der Stahl hat aber eine dem Eisen ganz entgegengesetzte Eigenschaft, nemlich sich durch das Ablöschen oder Härten im Wasser etwas auszudehnen, weshalb er sich durch das Härten vollständiger als das Eisen reiniget und vom Glühspan oder dem glasartigen Wesen befreit. Seine Oberfläche kann daher ganz blank, oder auch mit wenigeren oder mehreren Flecken erscheinen, je nachdem er mehr oder weniger hart, gleichförmig und von eingemischten Eisenstellen frei war, oder auch je größer oder geringer der Grad der Hitze war, den man beim Ablöschen

*) S. 220. der deutschen Uebersetzung.

schen anwendete. Der reinste und härteste Stahl muß daher bei dem geringsten Hitzgrade das blankeste, reinste und weißeste äußere Ansehen erhalten. Der ausgesuchteste Cementirstahl, besonders aber der sogenannte Gußstahl zeichnen sich durch diese Eigenschaft vor allem übrigen Stahl aus. Weil also nicht alle Stahlarten durch diese Methode vollständig vom Glühspan befreit werden können (welches man aber, sowohl bei den Eisen- als auch bei den Stahlarbeiten verlangt, die nach dem Ablöschen im Wasser ganz fertig seyn müssen und durch Feilen oder Schleifen nicht weiter gereiniget werden können) so muß man die Reinigung der äußeren Fläche durch Zuschläge, welche vorzüglich bei der sogenannten Oberflächen- oder Einsatzhärtung, wovon ich weiter unten (§. 279.) reden werde, sehr anwendbar sind, zu befördern suchen. Durch solche Zusätze soll die Oberfläche entweder gegen die Entstehung des Glühspans beschützt, oder es soll dadurch der entstandene Glühspan weggebeizt, aufgelößt und fortgeschafft werden. Es giebt zwei Mittel, die Verbrennung des Eisens, oder die Entstehung des Glühspans zu verhindern; das Eisen muß während dem Glühen nemlich entweder gegen den Zutritt der Luft gänzlich bewahrt, oder, wenn sich dies nicht gut thun läßt, mit glasartigen Körpern bedeckt, oder auch mit solchen Stoffen umgeben werden, die so viel und so feuerbeständiges brennbares Wesen enthalten, daß dasselbe dem Eisen, welches diese Materie in der Hitze verliert, wieder ersetzt werden kann. — Die Reinigung des Eisens in diesem Hitzgrade, durch Auflösung und Zerfressen des Glühspans, wird durch den Zusatz solcher Salze, welche feuerbeständig sind und dabei die Eigenschaft haben, das kalcinirte Eisen oder den Glühspan stark anzugreifen, bewirkt. Man kann dies als eine Art von Etzen oder Beizen auf dem trockenen Wege ansehen. Die hierüber angestellten Versuche werde ich im folg. §. anführen.

§. 16. Von der Reinigung des Eisens in der Glühhitze.

Wenn das Eisen in einem verdeckten Gefäß, mit einem Zusatz von thierischer oder vegetabilischer Kohle, welche eine feuerbeständige brennbare Substanz enthält, geglühet wird, so wird die Entstehung des Glühspans verhindert, und das Eisen erscheint nach dem Glühen eben so rein als es vor demselben gewesen ist, nur wird es äußerlich etwas härter, worauf ich weiter unten (§. §. 73. 270.) wieder zurückkommen werde. Dieses Mittel ist daher in dem Fall unanwendbar, wenn das Eisen durch das Glühen rein und auch zugleich weich bleiben soll. Folgende Versuche werden hierzu einige Anleitung geben.

a) Eisen mit gepulvertem Krystallglas in dem Grade der Hitze geglühet, daß das Glas in Schmelzung geräth, behält nach dem Glühen sein blankes Ansehn, weil der Zutritt der Luft durch das geschmolzene Glas abgehalten (§. 59, 4.) und dadurch zugleich die Verschlackung des Eisens verhindert wird. Das pulverisirte Glas läßt sich am besten auf die Weise anwenden, daß man das Eisen mit Leim überstreicht, in dem Pulver herumwälzt, und dann mit Lehm bedeckt; oder auch, daß man das Eisen mit einem Gemenge von 1 Theil Lehm und 3 Theilen Glas überzieht. Zum Theil geschieht die Reinigung auf diese Art wohl dadurch, daß sich das Glas am Glühspan befestigt und beim Ablöschen seine Ablösung befördert; allein das im Glase befindliche Alkali scheint doch den größten Antheil am Zerfressen und Auflösen des Glühspans zu haben.

b) Wenn man 3 oder 4 Theile Pottasche mit 1 Theil Kiesel zusammenschmelzt und zerpulvert, so erhält man ein Glas, welches in der feuchten Luft zerfließt, und theils eine klare Flüssigkeit, die sogenannte Kieselflüssigkeit (Liquor silicum) theils einen dicken Brei giebt

giebt, der sich sehr gut auf das Eisen bringen läßt. Das mit demselben bestrichene, und im Kohlenfeuer, ohne Gebläse stark geglühete Eisen, erhält dadurch ein ganz blankes, reines und weißes äußerliches Ansehen, es mogte vorher rein gefeilt worden oder schwarz geblieben seyn. Der Glühspan fällt, besonders wenn das Eisen abgelöscht wird, leicht ab, ohne daß das letztere dadurch härter würde. Eben dies ist auch beim Stahl der Fall. Bei allen Oberflächenhärtungen bewirkt diese Kieselflüssigkeit ein reines und blankes äußeres Ansehen, ohne dem Eisen die Härte, welche man durch die zugesetzten brennbaren Körper bewirken will, zu benehmen.

c) Hält man Eisen einige Zeit lang in geschmolzene alkalische Salze, z. B. in **Pottasche**, **Soda**, **Glasgalle**, **Weinstein**, **Alkali aus Salpeter** (nitrum fixum) **schwarzen Fluß** u. s. f. so erhält es eine ganz reine Oberfläche, weil die Salze den Glühspan auflösen und zugleich auch das Eisen selbst etwas angreifen. Ist das Eisen während dem Glühen mit diesen Salzen bedeckt, so tritt derselbe Fall ein.

d) Eisen und Stahl mit einer Mischung von **schwarzem Fluß** und etwas wenigem **Salpeter** bedeckt, erhielten, besonders wenn eine langsame Glühhitze angewendet ward, nach dem Ablöschen im Wasser, ein äußerst weißes, aber mattes Ansehen. Dasselbe war der Fall, als schwarzer Fluß für sich allein oder mit etwas Pottasche versetzt, genommen ward.

e) Im **Salpeter**, im sogenannten Nitrum fixum ammoniacale (aus 3 Theilen Salpeter und 1 Theil Salmiak zubereitet) ferner in der **Schwefelleber**, die aus gleichen Theilen Schwefel und aus Pottasche bestand, erhielten Eisen und Stahl, wenn sie in jene, in einem reinen Tiegel geschmolzene Substanzen eingetaucht, oder auch damit bestrichen und einer geringen Glühhitze ausgesetzt wurden, eine reine, aber schlechte Oberfläche. Die Anwendung dieser Salze, besonders

der

der Schwefelleber, ist sehr wenig zu empfehlen, weil das Eisen dadurch so leicht aufgelößt wird.

f) Der Salmiak würde auf dem trockenen Wege eben die guten Dienste thun als auf dem nassen; weil er aber in starker Hitze für sich allein zu flüchtig ist, so nimmt man das sogenannte Sal ammoniacum fixum, welches aus 1 Theil Kalk und 2 Salmiak besteht. In diesem geschmolzenen Salz erhält alles Eisen, besonders der Stahl, eine blanke Oberfläche und ein mattes silberweißes Ansehen, ohne daß ein merklicher Gewichtsverlust statt fände. — Eben diese Wirkung erfolgte auch, als das Eisen oder der Stahl mit diesem, an der feuchten Luft zerflossenem Salz, (welches in diesem Zustande den Namen Kalköl führt) bestrichen, stark geglüht und dann im Wasser abgelöscht ward; allein das Eisen sowohl als der Stahl wurden dadurch härter als vorher, und sehr zum Rosten geneigt, welches auch durch mehrmaliges Abwaschen nicht vermieden werden konnte.

g) Auch mit mehreren anderen Salzen z. B. mit **Kochsalz**, **Alaun**, **Vitriol** und **Mauersalz** habe ich Versuche zum Beizen des Eisens in der Glühhitze angestellt, aber keine genügende Wirkung erhalten.

h) Der **Borax** hat zwar die Eigenschaft, sehr leicht in Fluß zu gerathen, und daher die Oberfläche des Eisens sowohl, als die der anderen Metalle, gegen das Verbrennen zu bewahren, weshalb man ihn auch zum Löthen anwendet; allein er hängt zugleich so fest am Eisen, daß er nur mit Mühe und durch Ablöschen des rothglühenden Eisens, wodurch es aber einen Theil seiner Weichheit verliert, getrennt werden kann.

i) Unter den trocknen absorbirenden Erdarten habe ich mit **Knochenasche**, **Kalk**, Crocus martis, **Zinkblumen**, **Zinn- und Bleiasche** Versuche angestellt. Durch alle ward der Zweck, das Eisen in starker Glühhitze vom Glühspan frei zu erhalten, erreicht, und das Eisen

Eisen zugleich weicher und geschmeidiger, als vorher gemacht. Weiter unten (§. 73.) werde ich wieder darauf zurückkommen. Unter allen diesen Erden zeichnete sich vorzüglich der Crocus martis adstringens oder der Eisenkalk, den man in großer Menge von den einer langsamen Glühung ausgesetzten Roheisenstäben in den Glühöfen erhält, sehr vortheilhaft aus. Das Eisen, welches mit diesem Kalk bedeckt und stark damit geglühet ward, war nicht allein gegen das Abbrennen gänzlich geschützt, sondern erhielt auch unter der daraus entstandenen Schlackenrinde eine ganz blanke weiße Fläche und ward viel weicher. — Es ist merkwürdig, daß das bei Feuerbrünsten einer langsamen Glühung ausgesetzt gewesene Eisen immer mit einer sehr harten Schlackenhaut, welche der Feile widersteht und nur mit Mühe abgeschliffen werden kann, bedeckt ist; unter dieser, durch Biegen oder Schlagen abgetrennten Haut, aber jederzeit ungewöhnlich weiß und weich erscheint. Dies beweißt ohne Zweifel, daß die verbrannte äußere Substanz, nämlich der Crocus oder der Glühspan zu dieser Eigenschaft Veranlassung gegeben hat, und daß das Eisen, wenn es während dem Glühen mit einer solchen Rinde bedeckt wird, immer an Weichheit und reinem äußerem Ansehen gewinnt, gerade als ob es mit fein gepulvertem Crocus martis cementirt worden wäre, wovon ich unten (§. 73, 1) noch ausführlicher reden werde.

Vorsichtige Sturz- und Weißblech-Schmiede tauchen die Bleche in dünnes durchgesiebtes Thonwasser, wodurch das Eisen gegen das starke Abbrennen sehr geschützt wird; ein Verfahren, welches dadurch wesentlich verbessert werden würde, wenn das Lehmwasser einen Zusatz von Crocus martis erhält, den man oft in großer Menge und Feinheit auf den Hütten, wo man Glühöfen anwendet, erhalten kann, indem er sich sowohl an der Schlotte oder an den Füchsen der Oefen

als

als auch an den Balken und an der Brücke, wozu man gewöhnlich Roheisen anwendet, ansetzt. Der Glühspan oder Schmiedesinter, der beim Schmieden abfällt, thut dieselben Dienste; er muß aber, wie ich schon vorhin bemerkt habe, fein gepulvert werden, und deshalb würde seine Anwendung auf großen Werken etwas beschwerlich und kostbar seyn. *)

§. 17. Mittel zur Bewahrung der Farbe des Eisens.

Wie man blankes Eisen oder Stahl, gegen die Angriffe der feuchten Luft und des Rostes bewahren soll, darüber hat man schon lange Untersuchungen angestellt. Man findet auch verschiedene Vorschriften dazu in den Kunstbüchern zerstreut; gewöhnlich sind die Mittel, welche darin angerathen werden, aber sehr unvollkommen, zum großen Theil unbrauchbar, und oft sogar abgeschmackt. — Könnte man ein Mittel erfinden, die Unvollkommenheiten der Metalle, an der Luft zu rosten, oder ihre Farbe zu verändern, zu heben, ohne sie mit einer Bedeckung versehen zu dürfen, so verdiente der Erfinder unstreitig eine große Belohnung. Weil dies aber den Eigenschaften der Metalle eben so sehr entgegen ist, als die Verwandlung der unedlen Metalle in edle, (welche mir unmöglich zu seyn scheint) so erwarte ich die Lösung dieser Frage eben so wenig, als die der Aufgabe, ein Glas darzustellen, welches in der Kälte weich und biegsam bleibt. — So viel ist indeß gewiß, daß eine Eisen- oder Stahlart von der Luft mehr angegriffen wird, als eine andere, wovon wir die Ursache weiter unten (§. 275.) sehen werden; und deshalb muß man

*) Die außerordentliche Schwierigkeit, den Glühspan bei gewalzten Blechen rein wegzubeizen, ist bekannt, und eben so bekannt ist es, daß die Weißbleche durch unvollkommenes Beizen einen schlechten Spiegel erhalten. Alle Mittel, welche zur leichteren Ablösung des Glühens führen, wird man daher mit Begierde ergreifen, indem sie weder zu beschwerlich noch zu kostbar seyn können. Die Anwendung des Schmiedesinters und einer alkalischen Lauge, statt des Thones und des reinen Wassers zu dem sogenannten Hahnebrei, ist vorzüglich empfelungswerth.

man zu solchen Arbeiten, die ein blankes äußeres Ansehen erhalten sollen, solches Eisen wählen, welches jene Unvollkommenheiten in einem geringen Grade besitzt. Folgende Bemerkungen werden hier am rechten Ort stehen.

a) **Vom kaltbrüchigen Eisen** ist es bekannt, daß es am wenigsten rostet; weil es aber zugleich die Untugend hat, spröde und brüchig zu seyn, so giebt es nur sehr wenige Arbeiten, zu denen sich diese Eisenart vortheilhaft anwenden läßt. Zu feineren Arbeiten, die dem Biegen nicht sehr ausgesetzt sind, zu allerlei verzierten Sachen, zu Stahlknöpfen, zu einigen Theilen von Uhrketten, Schloßschildern u. s. f. ist dieses Eisen vorzüglich brauchbar; theils weil es nicht leicht rostet, theils weil es die beste Politur annimmt, wenn es nicht mit nachtheiligen Stoffen verbunden ist, denn es giebt auch mehrere Arten von kaltbrüchigem Eisen, welche durchaus spröde sind, aber dennoch die Untugend, leicht zu rosten, besitzen.

b) Das **rothbrüchige Eisen** rostet dagegen bekanntlich sehr leicht, muß folglich zu allen gefeilten und polirten Arbeiten möglichst vermieden werden. Man muß daher keine Zeugarbeit aus Eisen von Hütten anfertigen, die solche Erze entweder für sich allein, oder als Zusatz verschmelzen, oder die solche Quicksteine verarbeiten, welche entweder sichtbaren Schwefelkies oder versteckte Schwefelsäure bei sich führen, und die sich gewöhnlich durch die zugleich mit brechende Hornblende, Eisenbinde *), Grünstein oder ähnliche Gebirgsarten auszeichnen.

c) Eisen von unseren besten **Dürrstein-Erzen**, besonders von Bispberg, Norberg und Dannemora, welche für sich allein, ohne Zusatz von rothbrüchigen Erzen im Hohenofen verschmolzen werden, und wozu man

*) Unter Binde verstehen die schwedischen Eisenhüttenmänner eine aus Hornblende und Quarz bestehende eisenschüssige Gebirgsart.

man kein anderes, als Roheisen aus diesen Erzen in den Frischfeuern genommen, also den Zusatz von minder gutem Roheisen sorgfältig vermieden hat, besitzt nicht allein die größte Stärke und Dichtigkeit, sondern ist auch den Veränderungen an der Luft am wenigsten unterworfen. Nach meinen Erfahrungen muß unser bestes Dannemorer Eisen, besonders wenn man das dichteste auswählt, vielen anderen Eisensorten zu den feinern Arbeiten vorgezogen werden.

d) In der Regel ist aller Stahl dem Rosten weniger ausgesetzt als das Eisen, jedoch in verschiedenen Graden, die von den Eigenschaften der Erze, woraus er erzeugt worden ist, und von der Methode der Stahlbereitung selbst, abhängig sind. Daher bleibt die Oberflächenhärtung (nämlich die Verwandlung der äußeren Oberfläche des Eisens in Stahl) ein gutes Mittel, das Eisen gegen den Rost zu schützen, und sollte deshalb zu verschiedenen feinen Schmiedearbeiten mehr, als bisher geschehen ist, angewendet werden. — Hierbei muß ich jedoch auf einen Umstand aufmerksam machen. Wenn man zu der Oberflächenhärtung etwas Salzartiges, z. B. Kochsalz, Salpeter, Salmiak, Salzlake, oder andere Substanzen, besonders wenn sie etwas Salzsäure enthalten, oder auch andere feuerfeste Salze (welches fast alle Schmiede thun) anwendet; so dringen in die feinen Unebenheiten und unsichtbaren Poren des Eisens immer einige Salztheile ein, welche die feuchte Luft anziehen und Rostflecken verursachen, wovon ich an einem andern Ort (§. §. 279. 280.) ausführlicher reden werde. Man sollte daher zur Oberflächenhärtung bei den Blankschmiedearbeiten, die man äußerlich nach Möglichkeit gegen die Zerstörung des Rostes bewahren will, durchaus nur Stübbe oder Pulver von reiner Birkenkohle nehmen; besonders weil es durch Versuche (§. 280.) erwiesen ist, daß sich die Oberfläche, durch bloßes Kohlenstübbe ohne irgend einen salzartigen Zusatz härten läßt.

läßt. Ruß, gebranntes Horn, gebrannte Klauen, gebranntes Leder u. dgl. enthalten zwar auch etwas Salz; weil dieses aber flüchtig ist und in der starken Glühhitze größtentheils vergeht, so äußert es keine bedeutende Nachtheile, besonders da die vielen öligen Theile jener Körper auf andere Art wieder gute Dienste leisten. — Durch das Härten allein kann man gegen den Rost nicht so viel bewirken, als durch das Poliren mit den oben (§. 9.) beschriebenen Pulvern, welche von allen salzartigen Theilen durchaus frei sind. Je vollkommener der Spiegelglanz ist, den man durch die Politur erhält, desto länger kann das gehärtete Eisen, oder der Stahl, den Einwirkungen der feuchten Luft widerstehen.

e) Zu den Mitteln, durch deren Anwendung blankes, geschliffenes und polirtes Eisen, oder Stahl, am besten bewahrt werden, gehört eine warme, trockne, von allen sauren Dünsten ganz reine Luft, worin das Eisen schwerlich rosten wird. Es wäre daher zu wünschen, daß die Magazine für die Feinschmiede-Arbeiten, wo möglich, auf trockenen, hohen Plätzen, mit Thüren und Fenstern die nach der Südseite gekehrt sind, erbaut, und so eingerichtet seyn möchten, daß man sie bei kalter und feuchter Witterung mit leidlichen Kosten, und zwar zur Abwendung aller Gefahr durch Wärmröhren, vermittelst sicher angebrachter Feurungen, durch Heerde oder Kamine, erwärmen könnte. Aber auch gegen einen zu hohen Grad von Wärme muß man die Arbeiten verwahren, denn durch schnelle Abwechselung von Wärme und Kälte wird das Rosten ebenfalls befördert. — Herr Hüttenbesitzer Grill hat die Erfahrung gemacht, daß feine polirte Stahlarbeiten, z. B. Rasirmesser u. dgl., gegen den Rost am besten dadurch verwahrt werden können, daß man sie in feine Raspelspähne von einem gelblichen Holz, welches er Sandelholz nannte, das aber von dem bekannten rothen Sandel-

holz

holz verschieden ist, und beinahe so wie das Pockenholz riecht, einpackt *). Vermuthlich wirkt die erstgenannte Holzart wegen ihrer vielen harzigen und öligen Theile so kräftig zur Abhaltung der Feuchtigkeit. Dieses Sandelpulver leistet bei den langen ostindischen Seereisen zum Einpacken der Stahlwaaren sehr gute Dienste, indem der Rost ohne dasselbe nicht leicht abgehalten werden könnte. Ohne Zweifel würde sich das feine Raspelmehl von gutem, trocknem, weichem Holz, oder von den sogenannten Kiehnstöcken, wenn sie gut getrocknet sind, zum Einpacken der Stahlwaaren ebenfalls sehr gut benutzen lassen. — Aus Erfahrung weiß ich, daß das sogenannte Oel oder Copier-Papier, welches mit einem Firniß von Nußöl, Terpentin und Mastix überstrichen ist, zur Abhaltung der feuchten Luft sehr wirksam ist, und das Rosten der darin eingewickelten Eisenwaaren ungemein verhindert. — Weiter unten (§. 214, 3.) habe ich angeführt, daß reine Eisenfeilspäne, durch Anfeuchten mit Weingeist auch selbst in feuchter Luft, nicht zum Rosten zu bringen waren, und auf den Grund dieser Erfahrung versuchte ich es, feine Schmiedearbeit mit solchem Spiritus zu bestreichen, welcher der Arbeit nichts von ihrem Glanz nahm, und durch sein feines Oel die Wirkungen der feuchten Luft sehr abzuhalten schien. Ohne Zweifel würde Campherspiritus noch bessere Wirkung thun.

f) Feingeschliffene oder polirte Eisenwaaren, die selten gebraucht werden, verwahrt man dadurch gegen den Rost, daß man sie mit gepreßten, fetten Pflanzenölen oder mit thierischen Fettigkeiten bestreicht. Unter den ersteren ist Baumöl das gewöhnlichste Mittel; weil es ein sehr fettes und am wenigsten an der Luft eintrocknendes Oel ist. Fast jeder Künstler rühmt sich ein Geheimniß zu besitzen, wie jenes Oel am besten zu dem gedachten

*) Im Handel kommt dies gelbe Sandelholz unter dem Namen Amberholz vor.

ten Zweck zubereitet werden müsse.— Die vernünftigsten Vorschriften sind diejenigen, nach denen man das Oel von den salzigen und wäßrigen Theilen befreien soll, welches auf verschiedene Art geschehen kann, z. B. man gießt einigemal geschmolzenes Blei ins Oel, oder man kocht es in gelinder Wärme mit zerpulvertem **Bleiweiß**, **Umbra**, **Kreide**, **Knochenasche**, Crocus martis, **Schmirgel**, **Gallmey**, oder mit einer andern absorbirenden Erde, hebt es dann in bleiernen Gefäßen auf, oder wirft gefeiltes Blei auf den Boden des Gefäßes; oder man kocht das Oel mit zweimal so viel Wasser und scheidet das letztere dann wieder durch Ruhe, oder durch Frost ab. Eben so kann man auch das Oel für sich dem Gefrieren aussetzen, und den zurückgebliebenen ungefrorenen Theil allein anwenden, welcher sich, wenn der Boden des Gefäßes dazu eingerichtet ist, leicht abzapfen läßt. Auf die letzte Art kann man das Oel am besten von den wäßrigen Theilen befreien, weshalb sich die Uhrmacher derselben auch mit Nutzen bedienen. — Wenn man das Baumöl über neue Ziegelstücken destillirt, und das sogenannte Ziegelöl darstellt, so wird es dadurch sowohl von Salzen als auch vom Wasser befreit, und läßt sich alsdann (obgleich es etwas empyrumatisch bleibt) sehr gut anwenden, weil es weder trocken noch klebrig wird, sondern sich leicht abputzen läßt, obgleich es nicht ganz angenehm, sondern fast wie Theeröl riecht. — Nächst dem Baumöl ist **Mandelöl** das beste, aber zu theuer. Feine polirte Arbeiten lassen sich aber dadurch sehr bequem und leicht bewahren, daß man sie mit einer trocknen, abgeschabten Mandel reibt, und sie auf diese Weise, wenn sie es nämlich vertragen können, einschmiert. Der Glanz der Politur wird durch dieses Abreiben zwar etwas dunkler, indeß läßt sich auch dieser dunkle Stich mit einem reinen Lappen leicht wieder wegnehmen. — **Leinöl** ist wegen der Klebrigkeit, die es mit der Zeit erhält, und **Rüböl** wegen seiner

Wäßrigkeit, nicht anwendbar. **Nußöl**, **Behenöl** und **Buchenöl** sind brauchbar, und genauere Versuche müssen entscheiden, ob eins von diesen Oelen dem Baumöl vorzuziehen ist. — Die empyreumatischen Oele sind etwas zu harzig und die wesentlichen Oele zu flüchtig. Unter den letzteren rühmt man jedoch vom **Wacholderöl**, daß es, wenn das Eisen damit bestrichen wird, zwar bald verfliegen und eintrocknen, aber einen feinen harzigen Rückstand hinterlassen soll, der auf dem blanken Eisen kaum bemerkbar sey, und Feuchtigkeit und Rost vortrefflich abhalte, so daß es sich dann mit Nutzen anwenden lasse, wenn es nicht darauf ankommt, daß die Waare erst klebrig und dann mit Firniß überzogen wird, der sich nur durch Waschen mit starkem Brandwein wieder wegbringen läßt *).

g) Die Fette oder die ausgekochten Oele aus dem Thierreich; z. B. aus dem Mark, oder das sogenannte **Klauenfett**, von allen Arten von Fett und Schmalz, vorzüglich von den Gänsen, und von mehreren fetten Fischen, vom Aal, vom Brachsen u. s. f., scheinen mir zum Ueberzug für das Eisen vorzüglich zu seyn. Besonders sind das **Klauenfett** und das **Fischöl**, wenn sie gut gereiniget und mit Wasser ausgekocht sind, zum Ranzigwerden (wodurch alle diese Substanzen sonst ihre Eigenschaften verlieren, nicht mehr fettig bleiben, son-

*) Hr. Couté macht (Millins Magazin encyclopédique. No. 4. Mess. An XI. p. 548.) folgende Methode um Instrumente aus Eisen oder Stahl gegen das Rosten zu bewahren, als ganz untrüglich bekannt: „Man vermische fetten Oelfirniß mit wenigstens halb so viel, oder mit höchstens $\frac{2}{5}$ sehr rektificirtem Terpentinöl. Diesen Firniß trage man mit einen Schwamm dünn und eben auf den Stahl oder das Eisen auf und setze das Instrument dann zum Trocknen an einen Ort, der nicht feucht ist. So gefirnißt, behalten die Instrumente ihren Metallglanz und bekommen keinen Rostfleck. Vorzüglich wird dies Mittel für physikalische Instrumente, die mit Wasser in Berührung kommen, empfohlen, indem der Firniß Politur und Gestalt ganz unverändert erhält. Auch Messing läßt sich mit diesem Firniß überziehen, wodurch die Politur erhalten und die Farbe des Messings erhöhet wird. — Physiker, die sich dieses Mittels bedienten, haben es bewährt gefunden.

sondern die wäßrigen Theile aus der Luft anziehen, und das Rosten nicht allein nicht verhindern, sondern sogar noch befördern) wenig geneigt. Durch das Aufbewahren dieser Oele in bleiernen Gefäßen, und dadurch, daß man Stücken von Blei, Bleiweiß oder Glätte in die Oelflaschen thut, so wie auch durch einen Zusatz von Schmirgel und Crocus martis wird das Ranzigwerden verhütet.

h) Bei feinen Arbeiten, die lange eingepackt liegen bleiben müssen, ist es sehr nützlich, sie in ein graubraunes Papier einzuschlagen, welches zu diesem Behuf aus England kommt, und aus Werg oder aus alten betheerten Schifstauen gemacht werden soll. Ununterrichtete bedienen sich wohl eines in Schweden angefertigten rothbraunen Papiers, welches aber mit Vitriol gefärbt zu seyn scheint, und für polirte Schmiedearbeiten sehr nachtheilig ist. Besser lassen sich dazu das lichtblaue, eisengraue und selbst das bleifarbene Papier gebrauchen. Weißes Papier (auch wenn es mit Oel bestrichen ist) taugt nichts, weil es Feuchtigkeit bei sich führt und dadurch zum Rosten Anlaß giebt, besonders wenn man solches Papier nimmt, welches mit Alaun- oder Leimwasser planirt ist, wodurch das Rosten schnell befördert würde.

i) Es giebt, vorzüglich in den deutschen Kunstbüchern, eine Menge von mehrentheils unbrauchbaren Vorschriften, wie man die eben genannten Oele oder Fettigkeiten mit fremden Substanzen versetzen und daraus eine Salbe machen soll, um das Rosten des Eisens zu verhindern. In England verkauft man vorzüglich solche Salben, die mir aber keine besseren Dienste gethan haben, als altes Baumöl, welches einige Zeit gestanden hat, und über fein geriebenen Schmirgel verdunstet und eingetrocknet ist. — Eine gute Vorschrift zu einer solchen Salbe ist die vom Hn. Homberg

angegebene *), nach der man zwei Pfund Schweinefett und zwei Loth Kampfer nimmt, wozu so viel fein geriebenes Wasserblei gesetzt wird, als nöthig ist, um die Consistenz einer Salbe herauszubringen und der Schmiere die Eisenfarbe mitzutheilen. Nach den Erfahrungen, welche Neuman in seiner Chemie anführt, soll das im glühenden oder rothwarmen Zustand mit dieser Salbe bestrichene Eisen, die Eigenschaft erhalten, nicht zu rosten. Daß diese Art, die Salbe anzuwenden, nicht die rechte ist, kann Jeder, der ihre Bestandtheile kennt, leicht einsehen; sie kann unmöglich auf glühendem Eisen haften, sondern dunstet noch schneller als ein Tropfen Wasser wieder weg. Wenn man sie aber auf kaltes Eisen streicht und es dann glühet, so dunstet das Fett schnell weg, ohne auf das Eisen zu wirken; das Wasserblei bleibt hier und da lose darauf sitzen, fällt bei der geringsten Berührung ab und verursacht einen unleidlichen Schmutz. Daß diese Salbe eben so wenig für polirte Arbeiten brauchbar ist, läßt sich auch sehr leicht einsehen. — Nach meinen Versuchen muß sie auf folgende Art gebraucht werden: Die Waare, besonders die unpolirte Schwarzschmiedearbeit, wird bis zu dem Grad erwärmt, daß sie gelb anläuft, und dann so dünne als möglich mit dieser Salbe angestrichen, worauf sie mit einem Lappen stark eingerieben wird. Das Wasserblei bleibt sodann mit dem eintrocknenden Fett auf der Oberfläche des Eisens mit einer bleiähnlichen Farbe haften, und bewahrt es gegen den Rost. Man kann sich dieser Salbe auch mit Nutzen bedienen, um große Sachen, besonders Gußwaaren, z. B. eiserne Kanonen, Ballustraden, Grapen oder Kochgeschirre, u. s. f. anzustreichen; — Wenn man einen neuen Grapen erwärmt und mit dieser Salbe in einem angemessenen Wärmegrad stark ausreibt, bis

*) In den Leipziger Intell. Blättern f. 1791. S. 350. befindet sich ein Auszug aus dem Französischen.

bis er nicht mehr nach Fett riecht, so ist man ziemlich sicher, daß sich die Speisen, welche darin gekocht werden, so lange als dieser dünne Bronze-Ueberzug hält, nicht schwärzen *). Auf schwarzen oder unverzinnten Fensterbeschlägen und auf ähnlichen Sachen, leistet diese Salbe ebenfalls gute Dienste. — Die Zubereitung der Salbe ist sehr leicht, indem man das Fett bei gelindem Feuer einschmelzt, durch Leinwand schlägt, um die Häutchen abzusondern, den Kampfer darin schmelzen läßt (welches sehr schnell geschieht) und dann eben so viel feingesiebtes Wasserblei, dem Maaße nach, einrührt, als man Fett genommen hat. — Man sollte glauben, daß man den Kampfer, weil er in wenig Tagen für sich allein an der freien Luft, und noch schneller in der Wärme, verdunstet, füglich weglassen dürfe; allein seine Eigenschaft zu verdunsten wird durch das zugesetzte Fett etwas vermindert, und es bleibt auch etwas Harziges von ihm zurück, welches zur Verhinderung des Rostens, selbst auf geschliffener Arbeit, (auf welcher diese Salbe, nach meinen Erfahrungen, gute Dienste leistet, wenn man sie ganz dünne, bei gelinder Blutwärme, aufstreicht) sehr wirksam ist. — Zur Verwahrung der Schwarzschmiedearbeit gegen den Rost, ist eine Salbe, die man durch das Zusammenreiben von Wasserblei mit Leinöl oder Leinölfirniß erhält, welche ich zufällig schon lange angewendet habe, noch viel besser. Mit dieser Salbe muß man die Schwarzschmiedearbeit in der Wärme einreiben und so stark trocknen, daß das Oel nicht mehr riecht. Das Wasserblei setzt sich fester an, und beschmutzt die Hände nicht so

*) Um den neuen eisernen Geschirren das Schwärzen der Speisen zu benehmen, muß man sie vor dem Gebrauch mit Brandweingespühle, oder mit dem Rückstand vom Brandweinbrennen auskochen, dann mit einem reinen Lappen ausreiben und zuerst einigemal fettes Rindfleisch darin kochen. — Die Reinigung der Gefäße nach dem jedesmaligen Gebrauch muß ohne Kratzen und Schaben, bloß durch Auswaschen mit Kleye vermittelst eines reinen Lappens geschehen, worauf sie mit heißem Wasser ausgespült, sorgfältig ausgetrocknet und umgestürzt weggestellt werden.

so sehr als bei der Anwendung der Hombergischen Salbe. — Setzt man ein großes Vertrauen auf den Nuzzen des Kampfers, so kann man statt des gewöhnlichen Leinöls das bekannte Kampferöl nehmen, wodurch das schnellere Eintrocknen wenigstens befördert wird. — Diese Verwahrungsarten gehören aber eigentlich zu den Mitteln, deren ich weiter unten bei den Schwarzschmiedearbeiten erwähnen werde, und lassen sich zu allen groben Eisenwaaren, die der freien Luft ausgesetzt sind, anwenden; z.B. zu gegossenen oder geschmiedeten Ballustradensäulen, zu Gittern u.s.f. besonders aber zu eisernen Geschützen, bei denen dieser Ueberzug bessere Dienste leistet, als ein Firniß, den man sonst wohl anwendet und der aus Theeröl besteht, worin der achte Theil Harz durch Kochen aufgelöst und mit Kienruß angefärbt worden ist.*) Schlechte und abgeschmackte Compositionen zu einer solchen Salbe geben Magnetstein, oder Bimstein oder Glühspan mit Klauenfett, Brachsenfett u. s. f., oder auch mit Baumöl und Hirschfett u. dgl. Lächerlich ist die Anwendung von gebranntem Alaun, der höchst schädlich ist, oder von Asbest, der gar keine Wirkung haben kann, und mehrere andere Vorschriften, die man in den Kunstbüchern findet, und die nicht der Erwähnung werth sind. — Wenn aber irgend ein erdartiger Zusatz zu einem von diesen Oelen und Fetten genommen werden soll, so muß man feinen Schmirgel nehmen, der zugleich die Oberfläche des Eisens reiniget, wenn das Oel abgetrocknet wird. Wenn man Baumöl mit einem Zusatz von Schmirgel lange Zeit stehen läßt, wird es ganz dick und trocken, und kann nach meinen Erfahrungen sehr gut zur Beschützung polirter Arbeiten gegen den Rost dienen. Im Allgemeinen muß man aber

*) Auf den schlesischen Gießereien wendet man mit dem besten Erfolg den Steinkohlentheer zum Schwärzen oder Ueberziehen großer Gußwaaren an. Der durch das Eintrocknen des Theers auf der erhitzten Gußwaare entstehende Firniß trotzt jeder Witterung und giebt der Waare zugleich ein gutes Ansehen.

aber die Regel wohl merken, daß das mit bloßem Oel oder mit einer Fettsalbe, zur Verwahrung gegen den Rost einzuschmierende Eisen sehr trocken und so warm seyn muß, als die Hand es leiden kann, weil die Mittel sonst nicht allein nichts helfen, sondern die polirten und gefeilten Arbeiten nach dem kalten Einschmieren, besonders mit salz- und wasserhaltigen Oelen, wohl noch mehr rosten würden, als wenn sie gar nicht damit bestrichen worden wären.

k. Zu den besseren und zweckmäßigen Salben gegen das Rosten des Eisens gehört folgende: Man gießt geschmolzenes Blei in gutes Baumöl, reibt das Oel, nach Art einer dünnen Farbe, mit Bleiglätte ab, schüttet es dann in eine, aus Lindenholz gedrehte, mit einem dünnen Boden versehene Büchse, und hängt die letztere an einem warmen Ort auf. Das Oel sickert oder filtrirt sich allmählig durch den Boden dieser Büchse in ein darunter zu setzendes Gefäß, in einem ganz reinen, von allen salzigen und wäßrigen Theilen befreiten Zustande, und wird dann durch Abreiben auf einem Malerstein mit 1 Theil Zinnober, 8 Blutstein, 4 Schmirgel und 2 Zinnasche versetzt, welche Pulver sämmtlich nach der oben (§. 9.) gezeigten Art, fein geschlämmt seyn müssen. Aus diesen Substanzen macht man eine dünne Salbe, womit man das polirte Eisen oder den Stahl, die lange unangerührt liegen bleiben sollen, sehr bequem dünne überziehen kann. Wenn diese Salbe hernach mit einem warmen, reinen, leinenen Lappen abgetrocknet wird, findet man die Politur darunter nicht allein sehr gut erhalten, sondern sie gewinnt, durch das Abtrocknen mit den Polirpulvern, sogar noch etwas an Glanz. Es ist sehr wahrscheinlich, daß schon jedes von den genannten Pulvern, einzeln genommen, mit Ausnahme des Zinnobers, zur Zusammensetzung der Salbe genügen würde; wenn man aber

zu

zu zusammengesetzteren Mitteln mehr Vertrauen hat, so mag man sich derselben bedienen.

l. Wo es auf die Erhaltung der Politur des Eisens nicht ankommt, können gebrannte Oele aus Sämereien zur Abhaltung des Rostes gute Dienste thun. Neue Gewehrläufe behandelt man inwendig dergestalt, daß man zerstoßenen Lein- oder auch Hanfsaamen hinein thut, und den Lauf über Kohlenfeuer gleichförmig bis zum Anlaufen mit einer röthlichgelben oder blauen Farbe erhitzt; oder daß man einen glühenden Eisenstab in den gefüllten Lauf steckt, wodurch das Oel ausgetrieben und in der Hitze empyreumatisch wird, so daß er sich in die kleinen Poren des Eisens setzt, dieselben verstopft und das Rosten verhindert. — Mehrere andere Sämereien lassen sich mit gleichem Erfolge anwenden, besonders der Saame vom sogenannten wilden Senf (Sysymbrium sophia) der sich auf den Angern so häufig als kleines Gestrüppe findet. — Nach meinen Erfahrungen geben **Kaffebohnen** eben solches durchdringendes Oel. Wenn man einigemale Kaffebohnen in einem neuen, reinen, eisernen Grapen brennt, so werden die darin gekochten Speisen nicht mehr schwarz; man muß aber die eingebrannte schwarze Oelhaut, welche das Eisen gegen die Wirkungen der feuchten Luft schützt, nicht abreiben, sondern beim Reinigen warmes Wasser anwenden, und dafür sorgen, daß nach dem Gebrauch keine Feuchtigkeit zurückbleibt. — Weil das Eisen durch dieses Einbrennen der Oele, gleichsam nur eine äußere Bronzirung erhält, so kann man es nicht als ein Verwahrungsmittel der Farbe des Eisens, sondern nur als ein Mittel, das Eisen gegen den Rost zu schützen, ansehen.

m. Dieselbe Bewandniß hat es auch mit dem Kunstgriff, das reingeschliffene Eisen 8 oder 14 Tage lang in Theeröl zu legen. Die Oberfläche wird durch die scharfe Säure etwas angegriffen, erhält ein mattes, dun-

dunkelbleifarbenes Ansehen und wird mit einer dünnen, kaum bemerkbaren, feinen Oelhaut überzogen, die sich nur sehr wenig abgreift und sehr viel zur Verwahrung gegen den Rost beiträgt. Bei mehreren Sachen, die viel betastet werden, und von denen man keinen großen Glanz verlangt, z. B. bei Schießgewehren, ist dies ein gutes Mittel. Dieses Beizen muß aber auch in einer gelinden Wärme geschehen, und das Eisen, nach dem Abtrocknen des Theeröls, einige Zeit lang an einen warmen Ort gebracht werden, damit der unangenehme Theergeruch verdunstet. — Zum Reinhalten der Commißgewehre und um das häufige Putzen derselben zu vermeiden, scheint mir jenes Mittel besonders der Empfehlung werth zu seyn, weil es wohlfeil und dauerhaft ist; auch hat es vor dem, in der Folge (§. 19.) anzuführenden Braunbeitzen den Vorzug, daß es das Lederzeug nicht so wie dieses beschmutzt.

§. 18. Von der Verwahrung des Eisens gegen den Rost durch Firnisse.

Wenn endlich die Frage entsteht, wie man das Eisen gegen den Rost verwahren kann, ohne seine wirkliche Farbe zu erhalten, so läßt sich dies durch einen solchen Ueberzug bewirken, der die Feuchtigkeit abhält und welcher zugleich so fest sitzt, daß das Eisen ohne bedeutende Abnutzung oder gänzlichen Verlust des Ueberzuges gebraucht werden kann, wovon ich schon oben (§. 17.) geredet habe. Deshalb wärmen die Schmiede ihre gröberen Schmiedearbeiten und überstreichen sie mit Theer, der sein feines Oel in der Wärme durch Verdunstung verliert, und den harzigen Theil zurückläßt, der sich als ein Firniß äußerlich festsetzt, und ziemlich gut hält, wenn der Theer dünne genug und in gehöriger Wärme aufgestrichen war. — Besser ist das Mittel, das Eisen bis zu dem Grade zu erwärmen, daß es äußerlich mit einer violetten oder röthlichbraunen Farbe an-

anläuft, und es dann gleichförmig mit einem guten Leinölfirniß, den man in der Hitze wieder so weit abdunsten lassen muß, bis er schwarzbraun wird, zu überstreichen. In dieser Wärme trocknet der Firniß so hart ein, daß man ihn nur mit dem Stahl oder durch Abschleifen wieder wegbringen kann *). — Ein guter Firniß zu Dachblechen besteht aus einem Pfund Leinölfirniß, einem viertel Pfund Pech, zwei Loth Harz und einem Loth gelben Schwefel. Pech und Harz werden zuerst in dem Firniß, bei einem gelinden Kohlenfeuer geschmolzen, und der Schwefel vorsichtig und nach und nach hineingerührt, damit durch die Dämpfe, welche er ausstößt, keine Gefahr entsteht. In meiner Anleitung zur Verfeinerung des Eisens habe ich im §. 35 gesagt, daß das Templin- oder Kienöl dazu ebenfalls gebraucht werden könne. Wenn die Dachbleche, zu denen der Firniß gebraucht werden soll, schon aufgedeckt sind, thut man gut, etwas feingesiebtes Wasserblei hineinzumischen, oder feingeriebenes Wasserblei über den neuen Firnißanstrich zu sieben. Hierdurch erhalten die Bleche ein gutes Ansehen, und werden, nach meinen Erfahrungen, auch vortrefflich gegen den Rost geschützt, vorzüglich wenn das Wasserblei mit dem Leinölfirniß zur Consistenz einer dicken Farbe gebracht, und mit einem wollenen Lappen in die erwärmten Platten gleichsam eingerieben wird. Die Platten müssen dann aber so lange in der Hitze erhalten werden, bis das Oel nicht mehr riecht.

Bei dieser Gelegenheit muß ich der vortrefflichen, sogenannten Japanischen Arbeit erwähnen, welche besonders in England, in einem hohen Grad von Vollkommenheit angefertiget wird **). Sie besteht aus einem Ueberzug von einem stark glänzenden Firniß, der theils

*) Kleine Gußwaaren erhalten auf diese Weise den besten Ueberzug.

**) Auch in Deutschland ist die Kunst des Lackirens der Eisenbleche bekanntlich seit einigen Decennien zu einem sehr hohen Grad von Vollkommenheit gediehen.

theils schwarz, theils gelb und rothbraun ist und dem Schildpad sehr nahe kommt. Man kann diesen Ueberzug jedem geschmiedeten Eisen mittheilen und wendet ihn, besonders bei verschiedenen Blecharbeiten, z. B. zu Theebrettern, Präsentirtellern, Fruchtkörben, Tabacksdosen u. s. f. an. Das Eisen wird dadurch nicht allein auf das vollständigste gegen den Rost verwahrt, sondern auch in seinem Werth sehr erhöhet und zu den zierlichsten Arbeiten anwendbar. — Die Kunst besteht darin, daß man ganz glatte, gewalzte Bleche, denen man durch Abreiben mit Sandstein noch mehr zu Hülfe kommt, um sie vollkommen glatt zu machen, und die daher von allen Beulen frei seyn müssen, anfertiget, indem sich nur daraus Plattschlägerarbeiten von so künstlicher Gestalt machen lassen; ferner darin, daß man einen guten starken Bernsteinfirniß zubereitet, und daß man den Kunstgriff besitzt, die Bleche mit diesem Firniß schnell in mäßiger Wärme anzustreichen, die Waaren selbst aber zwischen jedem Anstrich, in einem zweckmäßig eingerichteten Ofen in dem Grade der Wärme zu erhalten, der zu einem schleunigen Trocknen erforderlich ist und worin das polirte Eisen mit einer violetten Farbe anlaufen würde, weil der Firniß sonst nicht die gehörige Härte erhalten könnte. — Der Firniß ist sehr dunkel und kann daher nur zu dunklen Farben angewendet werden. Zur schwarzen Farbe nimmt man Lampenruß; nach meinen Versuchen leistet der feine Schieferruß, der sich im Garphytter Alaunwerk in Nerike absetzt, vortreffliche Dienste. Zur gelben Farbe wird das sogenannte Neapelgelb *), und zur röthlichbraunen der Colcotar vitrioli oder auch Crocus martis, den man aus verbrauntem Roheisen erhält, angewendet.

*) Zur Bereitung des Neapelgelbs reibt man 3 Theile Bleiweiß, 3 Theile Spiesglanzkalk, 1 Theil Alaun und 1 Theil Salmiak auf einem Reibstein recht fein und glühet das Gemenge in einem bedeckten Tiegel einige Stunden erst schwach und zuletzt mehrere Stunden lang so stark, daß der Tiegel dunkelroth glüht, worauf man die Mischung erkalten läßt und fein reibt.

wendet. — Der Bernsteinfirniß läßt sich auf mehrere Arten anfertigen, obgleich die Kunst, den Bernstein in Oelen aufzulösen, nicht leicht ist, und nicht immer glückt. Am sichersten gelingt sie in dem sogenannten papinianischen Tof, vorzüglich nach der Methode, welche Hr. **Wilke** (Abhandlung der Königl. Schwed. Akademie der Wissenschaften für d. J. 1773) vorgeschlagen hat. — Mir ist die Bereitung dieses Firnisses auf folgende Art ziemlich gelungen. Der Bernstein muß zuerst, entweder durch gelindes Calciniren im Tiegel, oder durch eine Destillation aus der Retorte, von dem größten Theil seines Oels und flüchtigen Salzes befreit, alsdann in einer irdenen Kruke, oder in einem stark glaurten irdenen Gefäß (welches mit einem gut passenden Deckel versehen seyn muß) zerpulvert, und über gelindem Kohlenfeuer behutsam mit einem geringen Zusatz von holländischem Colofonium oder weißem Harz, um dadurch das Anhängen des Bernsteins an dem irdenen Geschirre zu vermeiden, geschmolzen werden. Während dem Schmelzen wird nach und nach so viel Terpentinöl, als der Bernstein zu seiner Auflösung erfordert, zugesetzt, wobei man jedesmal fleißig umrühren und das Gefäß wieder mit dem Deckel verschließen muß. Wenn man glaubt, daß der Bernstein auf die angeführte Art größtentheils aufgelößt sey, setzt man, ebenfalls nach und nach, gut gekochten Leinölfirniß — ungefehr den vierten Theil, oder etwas mehr von dem anzuwendenden Terpentinöl — unter beständigem Umrühren in der Wärme zu, damit sich alles zu einem gleichartigen, röthlichbraunen Firniß verbindet. — Von Amsterdam habe ich solchen, zum Gebrauch beim Eisenlackiren angefertigten Firniß erhalten, der sich, auf warmes Eisen gebracht, sogleich festsetzte, hart ward und einen vortrefflichen Glanz annahm. Es scheint, daß dies derselbe Firniß ist, den man unter dem Namen **Templinfirniß** kennt, und den man mit der wenigsten

Mühe

Mühe fertig aus Amsterdam beziehen kann. Nach meinen Versuchen besteht dieser Firniß aus 2 Theilen Bernstein 1½ Mastix, 2 weißem Harz, 2 Terpentinöl und 1 Leinölfirniß, auf die vorhin erwähnte Art zusammengeschmolzen.

Wer etwas mit der Lackirarbeit bekannt ist, dem wird der Gebrauch dieser Firnisse beim Anstreichen noch einleuchtender seyn, wenn ich bemerke, daß die dem Firniß zuzusetzenden Farben mit Terpentinöl abgerieben werden müssen; daß der Anstrich sehr gleichförmig und dünne geschehen muß; daß durchaus keine Blasen statt finden dürfen; daß die Unebenheiten nach dem Trocknen sorgfältig mit Bimstein abgeschliffen werden müssen; daß die Eisenbleche in einem warmen Ofen oder über einer bedeckten Feuersorge einer so starken und noch stärkeren Wärme auszusetzen sind, als zum Gelbanlaufen erforderlich ist; daß das Trocknen zwischen den verschiedenen Anstrichen in einem gehörigen Wärmegrad und in einem langsam anzufeuernden, besonders dazu eingerichteten Ofen geschehen muß, und endlich daß dieser Wärmegrad um so mehr zu verstärken ist, je mehr die Arbeit zu trocknen anfängt. — Der Firniß muß vorher durchgeseihet, oder in starker Leinwand zwischen zwei erwärmten Brettern ausgepreßt werden, damit kein Bodensatz bleibt. Das Harz, welches zum Firniß genommen wird, muß vorher geschmolzen und etwas schwarz gebrannt seyn. Kalcinirter und feingepulverter Bernstein läßt sich durch starkes Kochen auch in Leinöl auflösen, wodurch dasselbe die Eigenschaften eines Firnisses erhält, bei dem der gewöhnliche Zusatz von etwas Bleiglätte, oder das vorherige Einkochen des Leinöls mit der Glätte zu einem Firniß, der sich dann durch den Zusatz von Terpentinöl verdünnen läßt, anzurathen wäre. — Diesen Firniß gebraucht man vorzüglich bei gröberen Sorten von Papiermaché, zu Wagenlackirungen u. s. f.: wie Hr. **Lewis** in seiner Abhandlung von

der schwarzen Farbe (S. 96. der deutschen Uebersez-zung) *) angeführt hat. — Wenn der Firniß fertig ist, streut man wohl etwas von dem sogenannten Gummi sarcocolla hinein, um ihm ein weicheres Ansehen zu geben. **)

Wenn die lackirte Arbeit mit Bimstein oder mit Schachtelhalm abgeschliffen worden ist, giebt man ihr auf die gewöhnliche Art durch Reiben mit feinem Trippel und einem weichen ledernen Lappen, die Politur. Um aber der Arbeit den nöthigen Glanz zu geben, scheint mir der dicke dunkle Bernsteinfirniß nicht sehr brauchbar zu seyn, und ich schlage dazu entweder einen guten Copalfirniß aus Weingeist und Spiköl, oder den bekannten Lackfirniß vor, der aus Weingeist und Schellack (gummi lacca in tabulis) gemacht wird, und dessen man sich auch zum gelben Firniß auf Messing bedient. Beide haben vielen Glanz und viel Härte. Vor diesem Ueberzug kann man auf dem geschliffenen und polirten Grund der Arbeit allerlei Verzierungen mit starken Oelfarben anbringen. ***)

*) W. Lewis Historie der Farben. Erste Abth. Von den schwarzen Farben. A. d. Engl. von J. H. Ziegler. Zürch 1766.

**) Wer mehrere Belehrung zu erhalten wünscht, den verweise ich auf Hn. J. C. Gütle's gründlichen Unterricht zur Verfertigung guter Firnisse, nebst der Kunst zu lackiren und zu vergolden. Nürnberg. 1793.

***) Hr. Georgi hat dieser Stelle eine Anmerkung beigefügt, welche ich auch den Besitzern der vorliegenden Uebersetzung nicht vorenthalten will und dieselbe daher wörtlich mittheile. In Newianskoi Sawod und einigen andern Hüttenwerken im Uralgebirge „treiben viele gemeine Hütten- und Landleute das sogenannte „Japanische Blechlackiren als ein Nebengewerbe mit ungemeiner „Leichtigkeit. Ihre Arbeit, Präsentirteller, Dosen u. s. w. „weicht der Englischen nur in den Zeichnungen und sorgfältigem „Abschleifen, der Firniß selbst aber scheint eben so hart, und die „Farben der Blumen, Früchte ꝛc. nicht weniger frisch. Der „Hr. Kollegienrath Pallas (dessen Reise ins Russis. Reich 2 Th. „S. 187.) erfuhr von dieser Kunst, die sie geheim halten, daß „sie sich bloß eines mit Silberglätte, durch lange und starke Di-„gestion in heißen Oefen bereiteten Leinölfirnisses bedienen, den-„selben mit den Fingern dünn, aber 8 bis 10 mal auftragen und „jeden Ueberstrich im warmen Ofen trocknen, die Figuren aber „nach Papiermustern umreißen und dann ausmahlen.“ — Hr. Herman erwähnt dieser Arbeit in seiner Beschreibung des Ura-

Zur Bedeckung des Eisens mit weißen und lichten Farben, läßt sich bloß der bekannte **Mastix-Firniß** mit Terpentinöl, der eine geringere Wärme beim Anstreichen erfordert, auf einem eingebrannten Grunde von Bernstein- oder von starkem Oelfirniß anwenden. Dieser Firniß hat aber weder die Härte, noch die Dauerhaftigkeit des vorhin beschriebenen Bernsteinfirnisses. —

Meine Versuche haben mich belehrt, daß man den vollkommenen, gleichförmigen Spiegelglanz der japanischen Arbeit unmöglich hervorbringen kann, wenn man dazu geschmiedete Bleche anwenden muß, weil man sie durch das Schmieden niemals so glatt und gleichförmig als durch das Walzen erhalten kann, weshalb die geschmiedeten Bleche durch ihre Unebenheiten, sowohl beim Schleifen des Eisens als des Firnisses, große Unbequemlichkeiten verursachen. Es wäre daher sehr zu wünschen, daß man zu einer so vortrefflichen Arbeit auch gewalzte Bleche bekommen könnte. **Hr. Quist** hat in seiner, dem Königl. Bergwerks-Collegio übergebenen Reisebeschreibung, mehrere zuverlässige Nachrichten über die japanische Arbeit mitgetheilt.

§. 19. Vom Bruniren, oder Braunbeizen.

Eine andere, sehr gebräuchliche Art, die Farbe des Eisens zu verbergen, und dasselbe, durch den Rost selbst, gegen den weitern Angriff desselben zu schützen, geschieht durch das **Bruniren**, welches eine Art des **Bronzirens** ist. Besonders wird dies Verfahren, unter dem Namen des **Braunbeizens**, bei den Schießgewehren und Flintenläufen angewendet; theils um dem Eisen den Glanz zu benehmen, der bei den Jagdflinten überflüßig seyn würde; theils um den Wirkungen des Rostes einigermaßen Gränzen zu setzen. — Die Kunst besteht darin, dem Eisen äußerlich eine feine und

lischen Erzgebirges gar nicht, obgleich er Th. I. S. 325. vom Hüttenwerke Newianskoi Sawod eine ausführliche Nachricht mittheilt.

und gleichförmige Rosthaut, von einer schönen braunen Farbe mitzutheilen. Am besten geschieht dies durch **Spiesglanzbutter**, welches eine durch die Destillation erhaltene dicke und trockene Auflösung des regulinischen Spiesglanzes in Salzsäure ist.

Das Eisen, welches auf solche Art bronzirt werden soll, muß weich und nicht gehärtet, und bloß, entweder mit dem Polirstahl, oder mit Schmirgel, den man bei den Flintenläufen gewöhnlich anwendet, polirt seyn. Vorher muß man es auch durch Abreiben mit trockener feiner Kreide und einem wollenen Lappen von allem Händeschmutz und von aller Fettigkeit befreien. Dann streicht man die Spiesglanzbutter, zu der etwas Baumöl gesetzt worden ist, mit einem kleinen baumwollenen Lappen, oder mit einem Pinsel auf; dies muß aber ganz dünne, gleichförmig und nach und nach geschehen, so daß das Eisen zuletzt eine durchaus gleichförmig schwarze Farbe erhält. Die überstrichenen und jetzt schwarz gewordenen Läufe bleiben einige Tage lang an einem kühlen Ort stehen, bis sie überall eine ganz gleichförmige, dunkelbraune Rosthaut oder Farbe angenommen haben, worauf sie in der Wärme mit Oel bestrichen und vermittelst eines wollenen Lappens so lange gerieben werden, bis der Lappen oder die Hand durch das Reiben keinen Schmutz oder keine Rostfarbe mehr annehmen. Man kann das Reiben nun noch mit einem in Baumöl getränkten, leinenen Lappen fortsetzen, und die Operation damit beendigen. Von dieser Art des Braunbeizens haben wir kürzlich einen gedruckten Unterricht, oder eine kurze Beschreibung erhalten. *)

War das Eisen überall gleich hart oder gleich weich, so wird auch die braune Farbe überall gleichförmig stark und rein zum Vorschein kommen, wenn man beim Anstreichen nur vorsichtig verfahren ist. Waren in dem Eisen aber Stellen von ungleicher Härte, so wird auch die

*) Vergl. Hannöv. Magazin. 1781. St. 14.

die Bronzirung ungleich und die harten Stellen erscheinen schwächer bronzirt. — Eben solche Rostfarbe erhält das Eisen auch, wenn man es über die Dämpfe erhitzter Salzsäure hält; weil dies Verfahren aber mit vielen Umständen verknüpft ist, so nimmt man lieber Spiesglanzbutter. Durch den Zusatz des Wassers zur Spiesglanzbutter, wird ein Theil des Spiesglanzes mit einer weißen Farbe niedergeschlagen; überstreicht man das Eisen mit der erhaltenen Flüssigkeit, so wird es schwarz, und behält diese Farbe auch, wenn man es mit warmem Wasser abwascht, schnell über Feuer trocknet und nach der oben angegebenen Art mit Oel abreibt; unterläßt man dies, so wird das Eisen rostfarbig. — Eine ähnliche, dauerhaftere schwarze Farbe kann man dem Eisen auf gravirten Arbeiten, z. B. auf Büchsenschlössern, folgendergestalt mittheilen: Man giebt dem Hahn oder dem Schloßbleche eine Einsatz- oder Oberflächen-Härtung, nachdem man die vertieften oder eingesenkten gravirten Arbeiten vorher mit einer Salbe von Baumöl und feinem Wetzsteinmehl, so wie sie zum Poliren gebraucht wird, (§. 9, 2.) bestrichen hat. Nach dem Härten erscheinen die bestrichenen gravirten Stellen mehrentheils mit einer schwarzen, dauerhaften Farbe, welche sich besonders gegen die erhabenen blank polirten Stellen recht gut ausnimmt. — Werden die Gravirungen vor dem Härten mit Scheidewasser geezt, so bekommen sie nach der Oberflächenhärtung ebenfalls eine schwarze Farbe, die sich besonders auf Stahl gut anbringen läßt.

§. 20. Von der Verwahrung gegen den Rost durch das Anlaufen.

Durch die Veränderung, welche die Oberfläche des Eisens in gewissen Graden der Hitze erleidet, die man das Anlaufen nennt, (wovon ich im §. 48. ausführlicher reden werde) können Eisen und Stahl ebenfalls zum Theil

Theil gegen den Rost geschützt werden. Erfahrungen haben gelehrt, daß polirtes Eisen oder Stahl, wenn man sie über ein gelindes Kohlenfeuer, oder über ein anderes glühendes Stück Eisen, oder noch besser, in heißem, feinem und reinem Sand hält, bis sie mit hochblauer Farbe anlaufen, weniger als vorher von der feuchten Luft oder vom Rost angegriffen werden, besonders wenn man sie in diesem Grad der Hitze mit feinem gereinigtem Baumöl bestreicht und dann wieder abtrocknet. — Aus diesem Grunde läßt man auch verschiedene Arbeiten, z. B. Schlösser, Uhrfedern, Gewehrläufe, Degenklingen, Verzierungen u. s. f., welche nicht häufig angefaßt oder abgenutzt werden, blau anlaufen; sehr dauerhaft ist diese Farbe aber nicht.

Die Ursache, warum Eisen und Stahl durch dieses Blauanlaufen zum Theil gegen den Rost geschützt werden, soll unten, bei der Untersuchung der Wirkung des Feuers auf das Eisen (§§. 51. 52.) näher beleuchtet, und gezeigt werden, daß die blaue Farbe wahrscheinlich von dem brennbaren Wesen des Eisens herrührt, welches in der Hitze verdunstet und nach der Oberfläche getrieben wird, wo es eine Veränderung seiner Natur erleidet und das Eisen gleichsam mit einer feinen Haut überzieht, welche den Angriffen der feuchten Luft widersteht. — Wird das Anlaufen noch weiter und bis zum Glühen fortgesetzt (ohne es jedoch zum wirklichen Glühen kommen zu lassen) so vergeht die schöne blaue Farbe, und es kommt eine stärkere dunkelgrau eisenfarbene Haut zum Vorschein, die das feinste brennbare oder ölige Wesen verloren hat. Diese Haut scheint aus dem minder flüchtigen Phlogiston des Eisens zu bestehen, und ist viel haltbarer, weshalb man diesen Grad des Anlaufens auch bei gewissen Eisenarbeiten anwendet, um sie gegen den Rost zu schützen, obgleich sie dadurch kein schönes Ansehen erhalten. Ich habe Büchsenläufe und Harnische gesehen, die man mit gutem Erfolg bis zu die-

diesem Grad hatte anlaufen lassen; bei den Stahlarbeiten läßt sich dies Verfahren aber nicht anwenden, weil die Härte in diesem Wärmegrad ganz verloren geht.

§. 21. Versuche, das Eisen mit Oelen zu überziehen.

Ich glaube daß das, was ich vorhin über die Verwahrung des Eisens gegen den Rost durch einen Ueberzug mit verschiedenen Firnissen angeführt habe, vollkommen hinreichend gewesen seyn wird, wenn es nicht darauf ankommt, die Farbe des Eisens und seine blanke Oberfläche beizubehalten. Welches Oel oder welche Fettigkeit hierzu die besten Dienste leistet, das wird aus folgenden Versuchen, die ich mit mehreren Oelen angestellt habe, hervorgehen.

Alle Oele und Fette, die so fest als Firnisse oder Bronze auf der Oberfläche des Eisens haften sollen, müssen mit Baumwolle, mit Flachs oder mit einem Pinsel in solchem Wärmegrad aufgetragen werden, daß das Eisen so eben mit Wasser zu zischen, und mit einer blasgelben Farbe anzulaufen anfängt. In diesem Zustande können alle Fettigkeiten sehr leicht dünne und gleichförmig, worauf es sehr ankommt, aufgetragen werden. Alsdann muß das Eisen über reinem Kohlenfeuer oder in einem besondern Ofen, so lange in starker Hitze erhalten werden, bis das Flüchtige des Oeles verdampft und kein Geruch davon mehr zurück geblieben, oder bis der Anstrich gänzlich eingetrocknet ist. Wenn der Anstrich nicht gleichförmig war, so blättert sich das Oelartige mehrentheils ab, oder trocknet ein, so daß der Ueberzug zu dick und in Tropfengestalt erscheint. — Wird geglühetes Eisen in Leinöl getaucht, so löscht es sich eben so wie im Wasser ab, oder wird, wenn es Stahl war, gehärtet; auch nimmt es wohl ein fettiges Ansehen vom Oel an, allein dieses sitzt nicht fest auf, wie Firniß oder Bronze, sondern läßt sich leicht abtrocknen,

nen, wenn man nicht das beim Eintauchen hängen gebliebene Oel wieder über Kohlenfeuer, auf die vorhin angeführte Art, eintrocknen läßt. Fast alle diese Fettigkeiten nehmen beim Abtrocknen durch das Einbrennen eine schwarze oder schwarzbraune Farbe an, je nachdem sie eine größere oder geringere Hitze zum Trocknen erfordern. — Wird das Einbrennen in einer stärkern Hitze, als zum Blauanlaufen des Eisens erforderlich ist, oder längere Zeit, fortgesetzt, so verschwinden alle diese Firnisse wieder, und werden zu Ruß. — Auf Schwarzschmiede-Arbeiten, die keine glatte und blanke Fläche haben, haften die Oele beim Einbrennen besser, als auf polirten Sachen.

Bei den folgenden Versuchen sind alle Oele, nach der angeführten Art, mit Baumwolle auf das geschliffene Eisen aufgetragen und dann in der Hitze eingebrannt werden.

1) **Leinöl** verlangt den stärksten Grad der Hitze, ehe es kocht. Es erfordert daher zum Trocknen und Abrauchen auch schon eine Temperatur, in welcher das Eisen mit einer violetten, der Stahl aber mit einer dunkelblauen Farbe anläuft. In dieser Hitze wird es schwarzbraun, etwas durchscheinend und glänzend, haftet am stärksten am Eisen und nutzt sich nicht leicht ab.

2) **Leinölfirniß** mit Bleiglätte gekocht, verhält sich durchaus wie Leinöl, nur trocknet es schneller und haftet fester. Es ist zähe und läßt sich auch biegen, wenn die Hitze nur nicht größer ist als zum Violettanlaufen des Eisens erfordert wird.

3) **Nußöl** ist in aller Rücksicht so gut als Leinöl; es giebt einen dünnern und glänzendern starken braunen Firniß. Beim Violettanlaufgrade trocknet es schnell und hält auch gut, ist aber zu groben Sachen zu kostbar.

4) **Baumöl** giebt nach dem Abrauchen ebenfalls eine schwarze Haut; diese ist jedoch nur schwach und widersteht dem Biegen nicht.

5) Zie-

5) **Ziegelöl** oder destillirtes Baumöl leistet bessere Dienste, es trocknet schneller, giebt auch einen stärkeren Firniß, ist aber zu theuer.

6) **Rüböl** verhält sich fast wie Baumöl, haftet aber besser und wird zum Ueberfirnissen der Nadeln u. dgl. gebraucht. Es ist nicht so theuer als Leinöl, giebt aber auch keinen so starken Firniß.

7) **Birköl**, aus der Birkenrinde destillirt, ist unter den destillirten Oelen zu einem solchen Ueberzug sehr anwendbar. Es kommt mit allen destillirten Oelen darin überein, daß es schneller trocknet, als die vorhin genannten ausgepreßten Oele, nämlich schon bei einem Hitzgrade in welchem das Eisen mit hafergelber Farbe anläuft. Dieser Firniß sitzt zwar fest, ist aber nicht so hart, als der aus Leinöl.

8) **Wacholderöl**. Das schwarze, aus dem Holz destillirte, verhält sich fast eben so als das Birköl; das weiße, aus den Beeren erhaltene, giebt eine sehr feine Haut, trocknet ehe das Eisen anläuft, gewährt aber keinen starken Ueberzug und verflüchtiget sich in stärkerer Hitze gänzlich.

9) **Bernsteinöl** ist eben so flüchtig als das feine Wacholderöl, so daß es nach dem Abrauchen, bei einem gelben Anlaufgrade, ein kaum sichtbares Häutchen zurückläßt, welches, obgleich es sehr dünne ist, doch das Eisen sehr gegen den Rost verwahrt, ohne die Farbe des Eisens im mindesten zu ändern. Es ist indeß kostbar.

10) **Schieferöl** aus dem fetten brennbaaren Alaunschiefer destillirt, verhält sich wie Birköl.

11) **Pechöl** dünne aufgestrichen und bei einer Hitze abgeraucht, in welcher das Eisen gelb anläuft, giebt einen schwarzen, glänzenden, starken und ziemlich harten Firniß. Es läßt sich besser bei Roheisen als bei geschmiedetem Eisen anwenden.

12) **Terpentinöl** trocknet und verdampft ehe das Eisen

Eisen anläuft. Es haftet auch ziemlich gut, doch nicht so fest als Bernsteinöl. Weil es auch zugleich die Farbe des Eisens nicht ändert, so ist es in manchen Fällen vortheilhaft anzuwenden.

13) **Talg** hat unter den Fetten des Thierreichs die Eigenschaft, daß es nach dem Abrauchen, bei einer Hitze, in welcher das Eisen blau anläuft, ebenfalls eine schwarze Haut zurückläßt, die ziemlich fest hält. In dem Stockholmer Wochenblatt Nro. 123 für das Jahr 1776 befinden sich einige Bemerkungen des Hrn. de la Folie über die Bedeckung des Eisens mit eingebranntem Talg, ferner auch mit **Wachs**, auf dieselbe Art wie den Talg behandelt. Beide Substanzen geben eine schwächere Haut, als man durch die Anwendung des Lein- oder Nußöls erhalten kann. *)

14) **Wallrath**. Das Verhalten desselben hat Hr. de la Folie ebenfalls angegeben. Auf eben die Art wie Talg angewendet, giebt er zwar auch eine dünne Haut, die auf dem blanken Eisen mit allerlei Farben spielt, allein sie ist nicht stark genug, und mir hat die Hervorbringung einer gleichförmigen Kupferhaut, deren Hr. de la Folie erwähnt, nicht glücken wollen.

15) Gummi Sarcocolla lößt sich durch Kochen nicht in Terpentinöl auf; wird es aber damit zusammengeschmolzen, so bleibt es weich, läßt sich auf heißes Eisen streichen und giebt beim Abrauchen, in einer gelben Anlaufhitze, einen sehr starken Firniß. Man wendet es daher mit Vortheil als Zusatz zum Bernsteinfirniß bei der oben erwähnten Japanischen Arbeit, auch bei den Ueberzügen zu den Dosen von Papiermaché an.

Von den zusammengesetzten Firnissen aus Bernstein, Leinöl, Mastix, Asphalt, Nußöl u. s. f. ist theils schon die Rede gewesen, theils werde ich in der Folge beim

*) Stark fernissa på Järn, som bewarar för rost. Im Hushalln. Journ. 1776. Nov. S. 164. und Hannöv. Magazin 1791. St. 38.

beim Etzen und Vergolden des Eisens (§§. 131. 229) wieder darauf zurückkommen. Hier bemerke ich noch, daß ein gut zubereiteter Firniß aus Bernstein, Mastix, Terpentin- und Leinöl, besser und stärker ist, als ein Oel für sich allein angewendet. — Die feste Haut, welche sich nach dem Verdampfen der flüchtigen, ölartigen Theile auf der Oberfläche des Eisens festsetzt, ist ohne Zweifel nichts anders, als der feuerbeständige, harzige Theil; der sich in einem der Kohle sehr nahe kommenden Zustande befindet, und daher weder von Oelen noch vom Weingeist mehr aufgelöst werden kann. Wird diese Haut aber einer anhaltenden Hitze, oder gar der Glühhitze ausgesetzt, so verwandelt sie sich, wie alle andere brennbare Sachen, zuerst in wirkliche Kohle, und dann in Asche.

Es wäre überflüssig, hier noch mehrere Versuche mit kostbaren Harzen und Oelen anzuführen, in so fern ich den beabsichtigten Zweck durch sie nicht erreichen konnte. Wie sich die Oberfläche des Eisens entweder durch das Emailliren (§. 60) oder durch die Bedeckung und durch die Versetzung mit anderen Metallen (6. Abtheil.) verschönern und bewahren läßt, das gehört nicht hieher, sondern wird am gehörigen Ort vorgetragen werden.

§. 22. Von den Veränderungen, denen die Farbe des Eisens unterworfen ist.

Die Farbe des Eisens und Stahls ist vielen Veränderungen sowohl äußerlich, als innerlich im Bruch unterworfen.

1) Aeußerlich wird die Farbe verändert.

a. Durch das Anlaufen in der gehörigen Wärme. Dies kann mit so vielen Abänderungen der Farbe als es Regenbogen-Farben giebt, geschehen. Das Anlaufen wird entweder zur Zierde, oder um das Eisen gegen den Rost zu verwahren, vorgenommen, wovon ich oben (§. 20)

(§. 20) schon geredet habe, und weiter unten (§§. 48, 52) noch mehr anzuführen Gelegenheit haben werde.

b. Durch **Beitzen**. Mit gewissen Zusätzen verwandelt sich die lichtgraue Farbe des Eisens in der Hitze in eine weiße, dem matten Silber ähnliche Farbe, oder erhält dadurch auch wohl ein verzinntes Ansehen; mit anderen Zusätzen wird es dunkel, bleifarbig, ja sogar schwarzgrau, wie Stahl (§. 16)

c. Durch **Poliren**. Im §. 8. habe ich schon gezeigt, daß das Eisen nach den verschiedenen Polirmethoden eine hellere oder dunklere Farbe erhalten kannn.

2) Innerlich oder im Bruch, werden Korn und Farbe des Eisens verändert.

d. Durch **Cementiren**. Durch Verwandlung des Eisens in Stahl (§. 270), oder durch Veränderung des spröden Roheisens in geschmeidiges Eisen vermittelst absorbirender Mittel (§§. 73, 74).

e. Durch **Schmelzen oder Gießen**. Zähes Eisen kann dadurch wieder zu sprödem Roheisen, oder zu Stahl werden. (§. 81.)

f. Durch **Hämmern und Ausschmieden**. Durch das Ausziehen zu einem dünnen Stabe, kann eine starke Eisenstange von guter Beschaffenheit und körnigem Bruch in sehniges Eisen umgeändert werden.

g. Durch **Biegen**. Auch dadurch verändert sich das Gefüge, so daß ein Eisen mit blättrigem und sehnigem Bruch, welches sehr bald brechen würde, durch das Hin= und Herbiegen ein anderes zäheres Ansehen und eine silberweiße Farbe erhält, wenn es nur dieses Biegen einige male aushält, ehe es bricht.

h. Wie vielen Veränderungen die verschiedenen **Arten des Stahls** durch die verschiedenen **Verfahrungsarten beim Härten** ausgesetzt sind, davon werde ich unten (§§. 276, 278) ausführlicher reden.

Da

Da nun bei einer jeden Veränderung der Farbe eine innere Ursache zum Grunde liegt, so kann diese auch ein Kennzeichen der Eigenschaften dieses Metalls abgeben, und muß von den Kennern wohl berücksichtiget werden. ((§. 49). In einer besondern Abtheilung dieses Werkes, (7. Abtheil.) in der von dem Eisen im Zustand seiner Zerstörung die Rede ist, werden wir sehen, wie viele Erd- und Glasarten, entweder von Natur, oder durch die Kunst mit Eisenkalken verbunden vorkommen, und ihre Farbe dem oft gedachten Metalle zu verdanken haben.

Es giebt viele gedruckte Vorschriften, die Farbe des Eisens umzuändern und dem Golde, Silber, Kupfer, u. s. f. ähnlich zu machen. In der Regel ist eine von der andern abgeschrieben, größtentheils sind sie unrichtig und unvollständig, alle aber ganz überflüssig. Ausser den genannten und noch weiter unten (§. 48) anzuführenden Anlaufmethoden, sind mir wenige Verfahrungsarten bekannt, deren man sich mit Nutzen bedienen könnte, um dem Eisen eine Farbe mitzutheilen. Des Beispiels wegen will ich indeß einige Vorschriften aus Salmons Polygraphie, London 1685 ausheben:

a. **Dem Eisen eine Goldfarbe zu geben.** Man löse römischen Alaun in Meerwasser auf, und lösche rothglühendes Eisen in der Auflösung ab.

Bemerkung. Diese Vorschrift ist eben so ungereimt als die kurz vorher in demselben Werk beschriebene Methode, dem Silber durch Crocus martis eine Goldfarbe zu geben. Eine Alaunauflösung kann nämlich das Eisen wohl rein und blank beizen, aber durchaus nicht gelb, wenn nämlich nicht eine Rostfarbe gemeint ist. Ich übergehe hier mehrere dergleichen abgeschmackte Anweisungen, denen man füglich überhoben seyn kann, weil man dem gut polirten Eisen, durch das bloße Anlaufen in dem gehörigen Hitzgrade, wie ich

im

im §. 48 zeigen werde, die schönste Goldfarbe zu geben im Stande ist.

b. **Dem Eisen eine Silberfarbe zu geben.** Man löse gestoßenen Salmiak mit ungelöschtem Kalk in kaltem Wasser auf, und lösche rothglühendes Eisen in der Auflösung ab.

Bemerkung. In einer solchen Auflösung wird das Eisen, ohne Ablöschen, wenn es darin nur in einer gelinden Digestionswärme gebeizt wird, weiß, rein und blank. Noch weißer und silberartiger erscheint das Eisen, wenn man es mit Kalköl (§. 16 f.) bestreicht, dann glüht, und im Wasser ablöscht, oder es in geschmolzenem fixen Salmiak taucht, und dann im Wasser abkühlt; ich habe aber schon angeführt, daß alle weiße Farben, die durch Salzbeizen gegeben werden, dem Rosten sehr ausgesetzt sind. Das sicherste Mittel der Oberfläche des Eisens eine silberweiße Farbe zu ertheilen, besteht darin, daß man es in der Glühhitze mit der schon oben (§. 16, b.) genannten Kieselfeuchtigkeit oder mit schwarzem Fluß behandelt, weil es dann vom Rost weniger leidet. Noch findet man in den Kunstbüchern mehrere Mittel **das Eisen durch Schmelzen weiß zu machen**, wobei immer ein Zusatz von Arsenik oder Silber die Hauptrolle spielt. Wie sich das Eisen mit diesen Metallen verhält, werde ich weiter unten (§§. 125—175) auseinander zu setzen Gelegenheit haben. Wie man der Oberfläche des Eisens eine schwarze Farbe geben könne, habe ich schon oben (§. 19) gezeigt; eben so auch wie eine röthlichbraune Rostfarbe hervorzubringen ist u. s. f., so daß man die Kunstbücher nicht weiter zu Rath ziehen darf. — Wie dem Eisen durch das Beizen in Theeröl eine **dunkelbleigraue** Farbe mitgetheilt werden könne, ist oben bei den Verwahrungsmitteln gegen den Rost (§. 17 m.) gesagt worden. — Welche Veränderungen das Eisen aber in Rücksicht der weißen Farbe durch das Zusammenschmelzen mit andern Metal-

len und Mineralien erleidet, das werde ich weiter unten (§§. 59, 125, 175) zeigen. Hiermit vergleiche man, was ich im §. 4 über die Farbe des Roheisens gesagt habe.

§. 23. Vom Damasciren.

Schon in ältern Zeiten, und vermuthlich zuerst in der Stadt Damascus in Syrien, gab die Erfahrung, daß sich die verschiedenen Eisen- und Stahl-Arten, wie ich schon oben erwähnt habe, durch die Verschiedenheit ihrer lichteren und dunkleren Farbe, und durch ihr verschiedenes Verhalten beim Beizen und Etzen, von einander auszeichnen, zu der Erfindung Anlaß, mehrere verschiedenartige Eisen und Stahlstangen durch das Zusammenschmieden zu einer Stange miteinander zu vereinigen, welche, durch starkes Durcharbeiten im Feuer und unter dem Hammer nicht allein beträchtlich an Stärke gewinnt, sondern auch äußerlich verschiedenartig abwechselnde Farben zeigt, die durch Etzen und Beizen noch ausgezeichneter zum Vorschein kommen. Zuweilen findet man auf verschiedenen Eisenarbeiten, die sehr häufig gebraucht worden sind, ohne sie jedoch rein zu scheuren, verschiedene hellere und dunklere Adern, die den Einwirkungen der Luft und des Schweißes vom öfteren Betasten, welche als Beizmittel wirkten, ihre Entstehung verdanken und hinreichend zu erkennen geben, daß solches Eisen zufällig aus mehreren Arten zusammengesetzt war, welches bei unseren mehrsten Eisenarten der Fall ist. Es ist wohl möglich, daß diese Erfahrung, welche der Zufall darbot, die erste Veranlassung gab, das Eisen in der Folge vorsätzlich und mit Kunst in diesen Zustand zu versetzen.

Wie man die damascirten Büchsenläufe und Schießgewehre durch das Zusammenlegen verschiedenartiger Eisen- und Stahlarten zubereiten könne, hat Hr. **Waström** umständlich in den Verhandlungen der

Königl. Schwedischen Akademie der Wissenschaften für das Jahr 1773, wozu ich einige Anmerkungen gemacht habe, beschrieben. *) Auch hat die Königl. Akademie in dem ersten Quartal der Verhandlung vom Jahre 1774 einige von mir angestellte Versuche über das Etzen auf Eisen und Stahl einrücken lassen, **) worin besonders eines Versuches mit einem damascirten Eisenstabe gedacht wird, der aus zähem Norberger Eisen, aus Brennstahl von Dannemorer Eisen, aus reinem Eisen von Oesterby, aus ungegerbtem Schmelzstahl von Skyßhütte und aus ganz weichem Osemund = Eisen zusammengesetzt war. Dort habe ich auch angeführt, wie diese verschiedenen Farben nachher durch Etzmittel zum Vorschein gebracht werden müssen, worauf ich weiter unten, bei den Auflösungsmitteln des Eisens (§. 229) wieder zurückkommen werde. In der neunten Abtheilung werden wir sehen, wie man den Stahl durch Damasciren zu Klingen brauchbar macht, und wie man auf der Oberfläche mannigfaltige Schlangenwindungen und schraubenförmige Ränder von lichterer und dunklerer Eisenfarbe hervorbringen kann.

*) Beschreibung des damascirten Schießgewehrs von Eisen und Stahl von P. Wasström, im B. 35. S. 290 — 296 der deutschen Uebersetzung von Kästner. Zusatz zu dieser Abhandlung von Rinman in demselben B. S. 297 — 299.

**) Im B. 36. S. 3 — 14. der Kästnerschen Uebersetzung.

Zweite

Zweite Abtheilung.

Von der Schwere des Eisens.

§. 24. Von dem eigenthümlichen Gewicht des Eisens.

Das Gewicht eines jeden Metalles im Vergleich mit seinem Umfange, oder das sogenannte eigenthümliche oder specifische Gewicht, ist eins von den sichersten Kennzeichen, woran sich der höchste Grad der Reinheit der Metalle erkennen läßt. Dieses Gewicht würde sich dadurch ausmitteln lassen, daß man das Metall in eine so regelmäßige äußere Gestalt bringt, daß man die letztere genau messen kann; weil dies aber nicht allein sehr mühsam, sondern auch sogar oft unmöglich ist, so bedient man sich lieber der bekannten **hydrostatischen Waage**, um vermittelst derselben, aus dem ungleichen Verlust, welchen die Metalle beim Eintauchen im Wasser erleiden, ihr Gewicht gegen das Wasser zu berechnen, und dadurch ein Verhältniß gegen einander und gegen andere Körper zu erhalten. — Der Theorie nach müßte man das specifische Gewicht auf diese Art mit der größten Genauigkeit finden können, weil man voraussetzen darf, daß sich ein und dasselbe Metall auch immer auf einerlei Art gegen das Wasser, welches sich am besten zum allgemeinen Maaßstabe der Vergleichung annehmen läßt, verhalten wird; mehrere Umstände bewir-

wirken aber, daß die Versuche nicht immer ein gleiches Resultat geben können.

Nicht zu gedenken, daß bei einem solchen Abwägen durch die größere oder geringere Reinheit des Wassers, durch die verschiedenen Grade der Temperatur, durch die ungleiche Beschaffenheit der Waagen selbst u. s. f. ein Fehler veranlaßt werden kann; haben die Differenzen auch in der inneren größeren oder geringeren Dichtigkeit der Metalle selbst ihren Grund, wenn sie nämlich versteckte Luftblasen enthalten, oder wenn ihre Theile nicht ganz nahe an einander gebracht sind, wovon die Ursache entweder in dem Feuergrade, oder in der Methode welche beim Schmelzen und Schmieden angewendet und wodurch die metallische Erde entweder mehr oder weniger reducirt worden ist u. s. f. liegen kann. Wie schwer ist es nicht zu bestimmen, ob sich ein Metall in dem höchsten Grade der Reinheit befindet, oder nicht? — Man sollte glauben, daß sich das feinste Gold immer gleich bleiben müsse; dennoch haben aber alle, die hierbei die äußerste Genauigkeit beobachteten, bedeutende Verschiedenheiten, und bald das Gewicht desselben wie 19,207 bis 19,300, bald wie 20,125 gegen das Wasser, wenn dieses zu 1000 angenommen wird, gefunden. Das feinste Silber variirt in seinem Gewicht von 10,500 bis 11,091 zu 1000 oder zum Wasser. — Es ist daher gar kein Wunder, wenn die Verschiedenheit bei den gröberen Metallen, von deren Reinheit man noch weniger überzeugt seyn kann, noch größer ist. Besonders muß aber das Eisen, nach der verschiedenen Behandlungsart, die es erleidet, einer großen Verschiedenheit im Gewicht unterworfen seyn. Zum Beweise des eben Gesagten, will ich einige von den genauesten Versuchen, welche die Bestimmung des specifischen Gewichts verschiedener Eisen- und Stahlarten zum Zweck hatten, hier anführen, wobei das Gewicht des Wassers zu 1000 angenommen ist.

Nach

Nach Herrn Hawksbee's Angaben.

1.	Geschmiedetes Eisen	7,645.
2.	Gehärteter Stahl	7,704.
3.	Weicher Stahl	7,738.
4.	Federstahl	7,809.

Nach Herrn Lewis Versuchen.

5.	Geschmiedetes Eisen	7,795.
6.	Dasselbe Eisen, zu Stahl gebrannt .	7,618.
7.	Dasselbe, zum zweitenmal gebrannt und mit Stahl geschmolzen	7,032.

Nach meinen Versuchen.

8.	Stahlartiges Eisen	7,731.
9.	Weiches Eisen von Grangerde . .	7,698.
10.	Kaltbrüchiges, eben daher . .	7,742.
11.	Stahl, mit Steinkohlen gebrannt .	7,753.
12.	Derselbe, mit Holzkohlen gebrannt, ungehärtet	7,751.
13.	Derselbe Stahl, gehärtet . .	7,553.
14.	Englischer Brennstahl, gehärtet .	7,580.
15.	Stahl, mit Salz und Ruß gebrannt .	7,729.
16.	Steyermärkischer Schmelzstahl, ungehärtet	7,782.
17.	Derselbe Stahl, gehärtet . .	7,822.
18.	Englischer Gußstahl, geschmiedet und geglühet	7,919.
19.	Derselbe Stahl, kalt gehämmert .	7,830.
20.	Derselbe Stahl, gehärtet, bei einer gelinden braunrothen Hitze . . .	7,708.
21.	Derselbe Stahl, gehärtet, bei einer weißwarmen Hitze, grob im Bruche .	7,831.
22.	Schwedischer Brennstahl, blasigt, ungereckt	7,255.

23. Der-

23.	Derselbe Stahl, ausgeschmiedet aber ungehärtet	7,767.
	Das Eisen, woraus dieser Stahl angefertiget war	7,698.

Roheisen, bei Tiegelproben aus folgenden Erzen ausgebracht.

24.	Aus ungeröstetem Eisenerz von der Hunbogrube im Kirchspiel Norrberk . .	7,747.
25.	Aus demselben, etwas gerösteten Erz	7,666.
26.	Aus demselben, vorher verschlackten Erz	7,495.
27.	Aus etwas rothbrüchigem Erz, ebendaher	7,575.
28.	Aus einem andern ebenfalls rothbrüchigen Erz	7,618.
29.	Aus einem Dürrsteinerz, graues Eisen .	7,225.

Roheisenarten, aus dem Hohenofen, oder im Großen erzeugt.

30.	Grau, grobkörnig, vom besten Gange	7,052.
31.	Von derselben Art . . .	7,032.
32.	Weiß und grell, aus rothbrüchigen Erzen	7,676.
33.	Weiß, spröde und sehr grell, kaltbrüchig	7,428.
34.	Grau, grobkörnig und etwas kaltbrüchig, bei vollem Satze	7,275.
35.	Grau, feinkörnig, bei vollem Satze aus Erzen von Ormberg	7,175.
36.	Lichtgrau, feinkörnig, etwas rothbrüchig	7,572.
37.	Schwarzgrau, grobkörnig, sehr gaar vom ersten Abstich	7,000.
38.	Lichtgrau, aber weniger gaar . .	7,329.
39.	Schwarzgrau, feinkörnig . .	7,090.
40.	Weiß, grell, aus Dürrsteinen aus Norrberk	7,496.
41.	Grau, von kaltbrüchiger Natur .	6,893.
42.	Weiß, feinkörnig, sehr zähe . .	7,840.
43.	Weißes Roheisen, im Reverberirofen umgegossen	7,080.

Alle

Alle diese Eisenarten waren entweder aus verschiedenen Erzen, oder sie hatten sehr von einander abweichende Eigenschaften. Die hydrostatische Waage, deren ich mich bediente, war sehr genau, und gab schon bei $\frac{1}{32}$ Aß einen merklichen Ausschlag, auch habe ich alle Vorsichtsmaaßregeln angewendet, die bei solchen Versuchen statt finden müssen.

Einige Schriftsteller haben eine noch größere Verschiedenheit im Gewicht zwischen dem geschmiedeten Eisen und Regenwasser gefunden, wovon ich nur die Verhältnisse 7,817, 7,914, 8000, ja sogar 8,166 nenne; weil sie sich aber auf kein Detail einlassen, so kann man darauf auch nicht mit Sicherheit bauen. Aus den von mir angestellten ebengenannten Versuchen, lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1) Daß der Stahl in der Regel schwerer ist als Eisen, obgleich es Eisensorten geben kann, die zuweilen ein größeres specifisches Gewicht haben, als mancher Stahl, welches besonders aus den Versuchen 2, 3, 4, 16, 17 und 18 hervorgeht. Nimmt man das Mittel von diesen Zahlen, so ergiebt sich das eigenthümliche Gewicht des Stahls zu 7,795; wogegen das mittlere Gewicht mehrerer weicher Eisenarten noch immer unter 7,700 bleibt. — Bei den Versuchen 6, 7 und 22, bei denen der Stahl leichter als Eisen gefunden ward, ist zu bemerken, daß dieser Stahl undicht war und sich in dem Zustand wie er aus dem Brande kam, befand, ohne vorher geschmiedet worden zu seyn.

2) Daß man von dem verschiedenen Gewicht der Eisenarten einen ziemlich sicheren Schluß auf die innere Dichtigkeit und Eigenschaft des Eisens machen kann. Ich gebe indeß gerne zu, daß noch mehrere Versuche mit geschmiedeten Eisenarten angestellt werden müssen, ehe daraus sichere Folgerungen abgeleitet werden können. Wer zur Auflösung dieser sehr nützlichen Aufgabe beitragen will, muß den sehr sichern Weg gehen, das

eigen-

eigenthümliche Gewichte so vieler verschiedenartiger Eisensorten, als er nur bekommen kann, mit eigener Hand aufzusuchen und zu bestimmen. Die Versuche Anderer, mit anderen Werkzeugen, in verschiedenartigem Wasser mit anderen Handgriffen u. s. f. angestellt, sind selten zuverlässig und mit eigenen Versuchen ganz übereinstimmend. Bei den wenigen geschmiedeten Eisenarten, deren Gewicht ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, habe ich mehrere interessante Bemerkungen machen können, nämlich, daß unter dem guten Eisen immer dasjenige das stärkste, dichteste und gleichförmigste war, welches das größte Gewicht hatte, und daß das leichteste Eisen sich auch jederzeit als das schwächste, zwar weich, aber locker und ohne gehörige Stärke, verhielt. Ob das Eisen aber roth- oder kaltbrüchig war, konnte durch das Gewicht nicht ausgemittelt werden. Im Allgemeinen war das rothbrüchige, so wie das festeste Eisen, schwerer als das kaltbrüchige. *)

Aus dem Angeführten geht hervor, daß sich das specifische Gewicht des geschmeidigen Eisens gegen reines Brunnenwasser so ziemlich wie 7,700 zu 1000 verhält, oder, da ein Kubikfuß reines Wasser $61\frac{3}{5}$ Pfund Viktualiengewicht wiegt, so muß ein Kubikfuß geschmiedetes Eisen, nach dem eben angezeigten Gewichtsverhältniß, im mittleren Durchschnitte 23 Liespfund 12 Pfund und $10_{2}\frac{6}{5}$ Loth wiegen, welches auch fast gänzlich mit der Erfahrung übereinstimmt. **) Ein einziges mal habe ich zwar ein Stück ganz dichtes und festes Dan-

*) Es ist kaum zu glauben, daß die genauesten hydrostatischen Gewichtsausmittelungen ein anderes Resultat als dasjenige, welches Hr. R. schon erhalten und hier mitgetheilt hat, geben werden, und mir ist die Möglichkeit, je dahin zu kommen, aus der Angabe des specifischen Gewichts des Eisens, die Qualität desselben mit Zuverlässigkeit bestimmen zu können, nicht einleuchtend.

**) Auf Berliner Maaß und Gewicht reducirt, wiegt ein Berl. Kubikf. Wasser 66,0121 Berliner Pfund, und ein Berl. Kubikf. geschm. Eisen 514,1022 Berl. Pf. oder ein Berl. Kubikzoll desselben 9,520 Berliner Loth.

Dannemorer Eisen gefunden, dessen Gewicht sich zum reinen Brunnenwasser wie 7,800 zu 1000 verhielt, weil aber so schweres Eisen selten vorkommt, so habe ich es nicht mit unter den gewöhnlichen hier angeführten Eisenarten aufstellen wollen.

3. Daß unter den von mir untersuchten Stahlarten, der englische Gußstahl Nro. 18 nach dem Schmieden und Glühen, aber ungehärtet, am schwersten gewesen ist. Die Erfahrung lehrt, daß er von allen Stahlarten am dichtesten ist, so daß man von dem Gewicht des Stahls, (in so fern es mit der gehörigen Genauigkeit ausgemittelt wird) mit einiger Sicherheit auf die Dichtigkeit desselben schließen kann. Warum der Stahl weder durch kaltes Hämmern, noch durch Härten, in einen kleineren Raum gedrängt, oder schwerer gemacht werden kann, das wird sich aus der 9. Abtheilung ergeben. Aus den oben angeführten Verschiedenheiten des specifischen Gewichts des gehärteten und ungehärteten Stahls geht indeß deutlich hervor, daß der Stahl durch das Härten ein größeres Volum erhält, und daß daher sich sein specifisches Gewicht in eben dem Maaße vermindern muß. Für die verschiedenen Roheisenarten ist aus obigen Versuchen folgender Schluß zu ziehen:

4) Daß das Eisenkorn, welches man bei den Tiegelproben, durch einen Zusatz von Salzen und Flüssen, aus den Eisenerzen erhält, in der Regel viel schwerer und dichter ist, als das Roheisen, welches bei großen Schmelzungen aus dem Hohenofen ausgebracht wird, wie die Versuche 24 bis 29 darthun.

5) Daß alles weiße und grelle Roheisen, welches man bei einem vollen Satz (oder wenn die Kohlengichten so viel Erz erhalten haben, als sie nur immer tragen können oder auch aus rothbrüchigen Erzen, die gewöhnlich ein weißes und hartes Eisen geben) aus dem Hohenofen erhält, immer das härteste und schwerste ist, wie aus

aus den Versuchen 32, 33, 36 und 40 hervorgeht; daß aber das dunkle, schwarzgraue gaare Roheisen immer leichter ist, wie die Versuche 30, 31, 37 und 39 beweisen, wovon ich die Ursache am gehörigen Ort angeben werde. Folgende Versuche, die ich mit zwei verschiedenen Roheisenarten angestellt habe, bestätigen das Angeführte.

a. Mit Roheisen aus der Stückgießerei Hellefors in Südermanland, wo gleichartig gute, zähe Erze verschmolzen werden. Das dortige Roheisen muß ganz gaar, von dunkelgrauer Farbe und grobkörnigem Bruch geblasen werden, weil zum Kanonenguß ein im höchsten Grade starkes und weiches Eisen erfordert wird. Ein sehr genaues Parallelepipedum aus diesem Eisen 1 Elle $20\frac{1}{4}$ Zoll lang, $9\frac{3}{4}$ Zoll breit und $6\frac{3}{8}$ Zoll stark, wog 1 Schiffpfund 10 Liespfund, oder der Kubikfuß 21 Liespfund und 6 Pfund.

b. Mit lichtgrauem, großglimmrigem Roheisen von Högfors Hütte in Norrberk, aus guten Dürrsteinerzen, bei einem starken Satze erblasen. Das Parallelepipedum war 35 Zoll lang, 12 Zoll breit, $6\frac{1}{2}$ Zoll stark und wog 40 Liespfund, oder der Kubikfuß 22 Liespfund 5 Pfund 9 Loth Victualiengewicht. — Der Unterschied im Gewicht bei diesen Roheisenarten scheint also davon abzuhängen, ob das Eisen mehr oder weniger übersetzt ist, und zugleich geht auch daraus hervor, daß das Roheisen desto härter und schwerer ausfällt, je greller es ist.

6) Daß das mittlere specifische Gewicht des Roheisens, wenn man die von 29 bis 42 angeführten zwölf verschiedenen Arten zum Grunde legt, auf 7,251 zu 1,000 oder zum Wasser, festgesetzt werden kann. Hieraus folgt, daß ein Kubikfuß Roheisen (den Kubikfuß Wasser, wie oben, zu $61\frac{3}{5}$ Pfund angenommen) im mittleren Durchschnitt $22\frac{1}{2}$ Liespfund wiegen müsse, welches mit dem Gewicht des Roheisens von Högfors sehr

sehr nahe übereinstimmt, folglich sehr reichlich gerechnet ist, obgleich einige noch grellere Roheisenarten noch schwerer seyn können. Hiernach sollte ein Kubikzoll Roheisen im mittleren Durchschnitt nur etwa $14\frac{1}{2}$ Loth wiegen; *) wenn aber Gewichte gegossen werden, so nimmt man den Kubikzoll bei der Berechnung zur Sicherheit zu 16 Loth an, damit man beim Justiren Blei zugießen und dadurch dem zu leichten Gewicht abhelfen kann; denn die zu schweren Gewichte lassen sich nicht mehr justiren und würden daher weggeworfen werden müssen. — Aus der vorhin angeführten Bemerkung, daß das untersuchte weiße und grelle Roheisen das schwerste war, folgt aber noch nicht, daß alles Roheisen mit einem weißen Bruch auch das schwerste seyn müsse; es wird vielmehr ausdrücklich erfordert, daß das Eisen in eben dem Zustande als es aus den Erzen ausgebracht ist, aus dem Hohenofen gekommen, und in einer offenen Form gegossen seyn muß. Aus dem, was ich in der Folge anführen werde, wird nämlich hervorgehen, daß alles Eisen, welches zum zweiten mal im Reverberirofen oder durch Steinkohlenflamme geschmolzen und dann in einer bedeckten Sandform gegossen ist, ganz undicht wird, und daß sich in dem Eisen selbst, unzählig viele feine Oeffnungen oder Höhlungen finden, die man gar nicht eher bemerken kann, als bis man das Eisen durch Cementiren weicher gemacht hat. Daher kann es denn auch kommen, daß solches (obgleich im Bruch ganz weißes) Roheisen, viel leichter ist, und nicht mehr als 7,080 zu 1,000 wiegt. Vergl. den 43. Versuch.

Die Ursache der Undichtigkeit scheint die zu seyn, daß das in der Reverberirhitze, ohne eine Bedeckung mit

*) Ein Berliner Kubikfuß Roheisen läßt sich im Durchschnitt zu 475,7492 Berl. Pfund, oder ein Berl. Kubikzoll zu 8,752 Berl. Loth annehmen. Bei nicht zu grauem Roheisen wird man der Wirklichkeit ungemein nahe kommen, wenn man den Berl. Kubikzoll zu $8\frac{1}{2}$ Berl. Loth rechnet.

mit Schlacke geschmolzene Roheisen in eine Art von Gährung geräth, und sich ausdehnt, wozu auch die mit Vitriolsäure angeschwängerte Steinkohlenflamme etwas beitragen mag. Wenn nun das Eisen in diesem Zustande der Flüssigkeit, in eine enge, von allen Seiten von mehrentheils kaltem und feuchtem Sand eingeschlossene Form gegossen wird, muß es sich schneller abkühlen, als sich seine Theile, um gehörig dicht zu werden, zusammenziehen können. Daher kommt es auch, daß das Eisen aus den Reverberiröfen bei der Sandförmerei zu dünnen Sachen z. B. zu Grapen angewendet, viel undichter wird, als dasselbe Eisen, welches in offene oder vorher gut gebrannte Lehmformen gegossen wird; und daß das aus dem Hohenofen gegossene Eisen dichter als das aus dem Reverberirofen ist. *) — Dichtigkeit und Gewicht des Roheisens hängen daher ungemein von der Schmelzungsart und von der Behandlung, wie von dem Grad der Hitze ab, der beim Gießen und Abkühlen statt findet, wovon im §. 46 weitläuftiger gehandelt werden soll.

7) Unter Nro. 3 habe ich angeführt, daß der Brennstahl nach dem Härten etwas von seinem specifischen Gewicht verliert, indem sein Volumen durch die Ausdehnung vergrößert wird. Aus den Versuchen 16 und 17 geht aber hervor, daß der Steyermärkische, aus Stahl-

*) Daß das in bedeckten Sandformen gegossene Roheisen durch die Einwirkungen der Feuchtigkeit des Sandes blasig und undicht wird, und daß es daher, obgleich durch das Abschrecken weiß geworden, specifisch leichter seyn muß als Roheisen, welches in einer offenen Form, oder in einer gut getrockneten Lehm- oder Massen-Form gegossen und deshalb auch weniger weiß und blasig geworden ist, läßt sich leicht einsehen. Diese Erscheinungen finden aber bei dem unmittelbar aus dem Hohenofen abgestochenen Roheisen eben sowohl, als bei dem im Flammofen umgeschmolzenen Eisen statt und die Erfahrung bestätiget die Behauptung des Hn. R. nicht, daß das im Flammofen umgeschmolzene Roheisen undichter seyn sollte; es findet vielmehr grade das Gegentheil statt, indem sich das umgeschmolzene weiß gewordene Eisen dem gefrischten Zustande mehr nähert, und die Regel: daß das weiße Roheisen schwerer ist als das graue, findet daher hier ihre volle Anwendung.

Stahlstein erzeugte Gerbestahl, durch das Härten ein etwas größeres specifisches Gewicht erlangt, folglich dichter wird und ein geringeres Volum einnimmt, welches gerade das Gegentheil von dem ist, was ich beim Brennstahl erwähnte. Dies scheint auf einen wesentlichen Unterschied zwischen diesen Stahlarten hinzudeuten, und die eigentliche Ursache zu seyn, warum der Gerbestahl nach dem Härten mehr Stärke erlangt, als man beim Brennstahl gewöhnlich antrift.

§. 25. Nutzen der Versuche über das specifische Gewicht des Eisens.

Die genaue Kenntniß des specifischen Gewichts des Eisens ist nicht allein für den Naturforscher und Chemiker von großem Interesse, sondern auch der Mechaniker und der Architekt können Nutzen daraus ziehen, um das Gewicht des Stabeisens, welches zu einer Maschine oder zu einem Gebäude erforderlich ist, zu bestimmen. Wenn ein Baumeister z. B. einem Schmiede jedes Schiffpfund Eisen zu einem Stackete, einem Gitter, einem Balkon, einer Ballustrade u. s. f. gegen einen gewissen Preis ins Gedinge geben will, muß er vorher berechnen können, wie viel solche Arbeit wiegen wird. Man darf nämlich nur ausrechnen, wie viel Kubikzoll und Kubiklinien dieselbe enthalten wird, um das Gewicht nach Maaßgabe der vorher erwähnten Versuche, nach denen ein geometrischer Kubikzoll geschmeidiges Eisen etwas über 15 Loth wiegt, wofür man, um ganz sicher zu gehen, ein halbes Pfund oder 16 Loth setzen kann, zu bestimmen. Weil die Berechnung aber sehr weitläuftig ist, so haben die französischen Architekten eine kürzere Methode eingeführt, welche ich von dem französischen Maaß und Gewicht, auf schwedische Zolle, Linien und Pfunde übertragen will.

Es ergiebt sich durch eine leichte Berechnung, daß ein Eisenstab von 1 Fuß oder 10 Zollen lang, 5 Linien breit

breit und 4 Linien stark, dessen Basis oder Grundfläche also 4 mal 5, oder 20 (Quadrat) Linien hat, 2000 Kubiklinien enthalten muß, welches 2 Kubikzoll oder, dem Gewicht nach, ein Pfund ausmacht. Dieses zum Grunde gelegt, läßt sich die Berechnung bei stärkeren oder längeren Eisenstäben folgendergestalt sehr erleichtern: Man berechne zuerst den Flächen- oder Quadrat-Inhalt des Endes des Eisenstabes, in Linien ausgedrückt, und dividire das Produkt mit 20, so findet sich, daß man eben so viele kleine Eisenstäbchen von einer Quadratlinie Flächeninhalt erhält, als die Zahl 20 in der Grundfläche des Eisenstabes enthalten ist. So viele solcher Eisenstäbchen man nun von der Länge eines Fußes erhält, so viele Pfunde muß der laufende Fuß von dem ganzen Eisenstabe wiegen. Will man z. B. das Gewicht einer Eisenstange von 8 Fuß Länge, 15 Linien Breite und 4 Linien Stärke wissen, so multiplicire man die Breite 15 mit der Stärke 4, und dividire den gefundenen Flächeninhalt 60, durch die Zahl 20, so wird der Quotient 3 anzeigen, daß ein laufender Fuß von diesem Eisenstabe 3 Pfund wiegt, so daß also das Gewicht von 8 laufenden Fußen 24 Pfund betragen muß. — Das Gewicht einer Eisenstange von einer andern, z. B. einer achtkantigen oder runden Gestalt läßt sich auf dieselbe Art ausmitteln, indem man den Inhalt der Grundfläche oder der Basis des Stabes nach bekannten geometrischen Regeln, in Quadratlinien ausgedrückt, berechnet, und dann mit 20 dividirt, da dann der Quotient jedesmal die Anzahl der Pfunde für den laufenden Fuß des Eisenstabes angiebt. Diese Methode läßt sich sehr schnell anwenden, und giebt ein so genaues Resultat, als bei solchen Berechnungen nur immer nöthig ist.

Die Kenntniß von dem specifischen Gewicht der Metalle ist auch beim Justiren der Gewichte von Roheisen, besonders aber ist sie für die Artilleristen sehr wich-

tig,

um das Gewicht der Kanonen und der Kugeln nach ihrer Größe beurtheilen zu können; wozu Hr. **Plantin** in den Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften für das Jahr 1772 eine nützliche Anleitung gegeben hat. *)

§. 26. In wie fern der Gehalt der Eisenerze nach ihrem Gewicht berechnet werden kann.

Viele haben geglaubt, daß man den Gehalt der Eisenerze, oder die Procente des darin befindlichen Eisens nach hydrostatischen Grundsätzen durch Hülfe der Alligationsregeln finden und bestimmen könne, wenn man durch genaue Versuche das specifische Gewicht des Eisens und der in den Eisenerzen befindlichen Bergarten bestimmt habe. Ich habe eine große Anzahl von hydrostatischen Versuchen, zur Bestimmung des specifischen Gewichts mehrerer Eisenerze und Bergarten angestellt, und auf den Grund derselben eine sichere Berechnungsmethode aufzufinden gesucht; allein es hat sich durch die Vergleichung mit dem beim Probieren ausgebrachten Gehalt gezeigt, daß die Berechnung selten mit der Wirklichkeit übereinstimmt, und mehrentheils um 10 bis 12 Procente abweicht, so daß sich keine sichere Methode angeben läßt. Dies ist auch gar nicht auffallend, wenn man bedenkt, daß einige Bergarten so innig gemengt im Erz enthalten sind, daß sich ihre Beschaffenheit und ihr Gewicht gar nicht ausmitteln läßt, andere aber fast dasselbe Gewicht des Metallkalkes haben u. s. f. durch

*) Durchaus nothwendig ist es, sich vor dem Guß über das Gewicht einer Waare, die aus dem Flammofen gegossen werden soll, Auskunft zu verschaffen, indem man sich mit der Quantität des einzuschmelzenden Roheisens nach dem Gewicht der Gußwaaren richten muß, um nicht überflüssige Zeit, Löhne und Materialien zu verschwenden. — Je mehr die Gußwaaren in architektonischer Rücksicht in Anwendung kommen, desto nothwendiger wird die Ausmittelung ihres Gewichts bei der Anfertigung der Anschläge u. s. f.

Durch das Wiegen vieler Erze bin ich ferner bemüht gewesen, ohne eine weitläuftige Rechnungsmethode, wenigstens bei unseren gewöhnlichen schwedischen Erzen, eine gewisse Verhältnißzahl zwischen ihrem specifischen Gewicht und dem Eisengehalt auszumitteln. Ich habe indeß nichts weiter dadurch erreichen können, als daß ich bemerkt habe, **daß sich das specifische Gewicht unserer reinsten Eisenerze**, im mittleren Durchschnitte, **zu den Procenten ihres Eisengehaltes, wie 85 zu 1 verhält**; oder daß der Quotient, welchen man erhält, wenn man das gefundene specifische Gewicht des Erzes gegen das Wasser (in Tausendtheilen ausgedrückt) mit 85 dividirt, den Gehalt des Erzes nach Procenten angiebt. Das kalkhaltige Eisenerz von Torßäcker verhält sich z. B. nach hydrostatischen Versuchen zum Wasser, wie 3,893 zu 1000. Diese Zahl 3893 durch 85 dividirt, giebt einen Quotienten von $48\frac{5}{85}$, welcher den Gehalt des Erzes nach Procenten angiebt, der mit der Wirklichkeit, welche 50 Procent ist, ziemlich genau übereinstimmt. — Die Mittelzahl des eigenthümlichen Gewichts von zehn ganz verschiedenen Eisenerzen, ergab sich gegen Wasser wie 4,214 zu 1,000, und der Durchschnittsgehalt war 50 Procent. Dividirt man nun jene Mittelzahl durch 85, so erhält man $49\frac{1}{2}$ zum Quotienten als Procente des Gehaltes, welches mit der Erfahrung sehr übereinstimmt. Bei schweren, aber armen, quarzigen und schörlartigen Erzen giebt diese Berechnungsmethode ein sehr abweichendes Resultat, worüber man sich auch nicht wundern darf. Sie ist indeß so zuverlässig als eine künstliche Berechnung nur seyn kann, wenigstens zuverlässiger als die Ausmittelung des Gehaltes durch den Magnet, der in dieser Rücksicht wenig zu empfehlen ist *).

Vor

*) Jede Gattung Eisenerze erfordert höchst wahrscheinlich einen eigenen Divisor, der erst mit vieler Mühe ausgemittelt werden müßte und dennoch bei milden oder mulmigen Erzen gewiß sehr unzuverlässig seyn würde. Mir sind zwei milde Oberschlesische Eisen-

Vor einigen Jahren zeigte Jemand an, daß man den Eisengehalt der Erze leicht finden könne, wenn man sie pulverisire und ein Probemaaß voll davon abwäge. Ich habe über 20 Proben mit mehreren schwedischen Bergerzen von ungleicher Beschaffenheit angestellt, deren Eisengehalt ich zugleich durch die Tiegelprobe ausmittelte, wozu ich jedesmal dasselbe Erz nahm, was ich vorher beim Abwiegen in dem Probegefäß oder in dem Probemaaß gebraucht hatte. Alle Erze wurden durch ein und dasselbe Florsieb gesiebt, und mit großer Behutsamkeit locker in das kleine Probemaaß eingeschüttet, dann mit einem runden Stäbchen abgestrichen und auf einer genauen Waage sorgfältig abgewogen. Um aber die Verschiedenheit des Resultates auszumitteln, wurden die Erze locker und fest eingedrückt, geröstet und ungeröstet genommen, und sowohl ihr specifisches Gewicht, vermittelst der hydrostatischen Waage, als auch das wirkliche Gewicht, welches die allgemein übliche Erztonne oder der Erzkübel, nach dem Pochen hatte, mit dem Gewicht der Probetonne verglichen.

Durch diese Versuche habe ich gefunden, daß man das sicherste Resultat durch das Abwiegen erhält, wenn das Erz locker in das Maas eingefüllt wird; daß man dadurch aber das wahre Gewicht des Erzes weniger zuverlässig als durch die hydrostatische Waage erfährt, daß sich indeß durch dieses kleine Probemaaß das Gewicht des Erzes ziemlich zuverlässiig bestimmen läßt, und daß sich zwar einige Verschiedenheiten gegen die Tiegelprobe zeigen, wenn der Eisengehalt nach diesem Gewicht berechnet wird, daß sich dieser Versuch aber leichter als alle anderen anstellen läßt, und zuweilen eine recht gute Anwendung verstattet, um das Gewicht und den Gehalt der Erze unter einander zu vergleichen. Aus mehreren Versuchen die ich angestellt habe, ergab sich, daß sich das

erze bekannt, deren specifisches Gewicht nur um $\frac{15}{100}$, ihr Eisengehalt aber um 23 Procent differirt.

das Gewicht des Eisenerzes in dem Probemaaß zu den Procenten des Eisengehaltes, gewöhnlich wie 27 zu 29 verhielt, woraus sich der Gehalt vermittelst der Regel de Tri leicht berechnen läßt. — Wenn z. B. das Erz in dem kleinen Probemaaß nach dem Proportionalgewicht 39 Liespfund 14 Pfund wiegt, so hat man: wie 27 zu 29, so $39\frac{14}{20}$ Liespfund zu $42\frac{17}{27}$, oder zum Gehalt des Erzes, welches in diesem Fall etwas über 42 Procent beträgt. Das hier als Beispiel angeführte Erz gab bei der Tiegelprobe zwar nicht mehr als 40 Procent, allein man ist oft doch schon sehr zufrieden, mit so wenig Mühe der Wahrheit nahe zu kommen; ich glaube auch, daß man den wirklichen Eisengehalt dadurch richtiger als durch hydrostatische Versuche erhält. Als Beispiel will ich ein Erz von der Kärrgrube von Norrberk anführen. Das Probemaaß wog 48 Liespfund, wornach sich der Gehalt, nach der oben erwähnten Methode berechnet, zu $52\frac{25}{27}$ Procent ergab; durch die Tiegelprobe fand ich $52\frac{1}{4}$ Procent, so daß man beide Resultate als mit einander übereinstimmend annehmen kann. In anderen Fällen, und wenn das Eisenerz mit sehr schweren Bergarten vermengt ist, kann die Rechnung freilich ebenfalls trügen; soll sie aber nach der vorhin angegebenen Proportionalzahl eintreffen, so muß das Probemaaß auch dieselben Dimensionen, die jenen Versuchen zum Grunde liegen, behalten. Ich habe mich dazu eines kleinen cylindrischen Gefäßes von dünnem Messing, einen geometrischen Zoll und 7 Linien tief, und 11 Linien im innerem Durchmesser haltend, bedient. Eben so müssen auch die Proportionalgewichte dieselbe Eintheilung welche die großen Gewichte haben, beibehalten, so daß 254 Asse ein Liespfund oder 20 Pfd. ausmachen, welche in kleinere Theile von 10, 5, 3, 2, 1 und $\frac{1}{4}$ Pfunden, oder auch in aufsteigender Ordnung in 2, 4, 8 Pfunden abgetheilt seyn können. — Für ein

ein anderes Probemaaß und bei anderen Gewichten, findet auch eine andere Berechnung statt *).

§. 27. Vergleichung des specifischen Gewichts des Eisens mit dem anderer Metalle.

Um eine Vergleichung der übrigen Metalle gegen das Eisen in Rücksicht des specifischen Gewichts anstellen zu können, will ich die Resultate meiner Versuche anführen. Es verhielt sich nämlich:

Das feinste Gold zum Wasser, wie	20,000	zu 1000
Platin	17,000 **)	—
Quecksilber	14,666 ⸗	—
Schwedisches Blei . . .	11,456 ⸗	—
Englisches Blei . . .	11,306 ⸗	—
Sechszehnlöthiges Silber . .	10,500 ⸗	—
Wismuth	9,602 ⸗	—
Sibirisches Kupfer . . .	9,532 ⸗	—
Kupfer von Fahlun . . .	8,757 ⸗	—
Reguliniſches Nickel . .	8,500 ⸗	—
Reguliniſches Arsenik . .	8,308 ⸗	—
Geschmiedetes Eisen von Oeregrund, höchstens . . .	8,000 ⸗	—
Englischer Gußstahl . .	7,919 ⸗	—
Stahl, als Durchschnittszahl .	7,795 ⸗	—
Geschmiedetes Eisen, im Durchschnitt	7,700 ⸗	—

Roh⸗

*) Es liegt dieser Methode, den Eisengehalt zu bestimmen, die Annahme zum Grunde: daß das absolute Gewicht der Eisenerze, bei einem gewissen Volum, mit ihrem Eisengehalt im Verhältniß stehe. Daß diese Ausmittelung des Eisengehaltes noch viel unzuverlässiger seyn muß, als die durch das specifische Gewicht der Erze, leuchtet von selbst ein; besonders würden die milden Erze, die oft nicht viel schwerer sind als gewöhnlicher Letten, sehr auffallende Resultate geben.

**) In Karstens mineral. Tabellen wird das specifische Gewicht des Gediegen⸗Platin nach Tralles zu 18,947 angegeben. — Nach Borda ist das spec. Gew. des reinen Platinmetalles 20,980, und Hr. R. hat daher ohne Zweifel das spec. Gewicht des Gediegen⸗Platin, nicht aber des reinen Platinmetalles gemeint, welches erstere Hr. Hauy in seiner Mineralogie (III. 368.) sogar nur zu 15,6017 ansetzt.

Roheisen, höchstens . .	8,578	zu 1000
Roheisen, im Durchschnitt .	7,251	—
Regulinisches Spiesglanz .	7,689	—
Zinn, das feinste von Quebec .	7,391	—
Zink	6,987 *)	—
Kobaltkörnig, oder Speise .	6,000 **)	—

Das specifische Gewicht der drei Halbmetalle, des Nickel, des Arsenik und des Kobalt, habe ich aus Hn. Cronstedts Mineralogie entlehnt. Vergleicht man aber mit diesen Angaben die Erfahrungen des Hn. Afzelius über das Nickel, (man sehe des Hn. Prof. und Ritter Bergman Opuscula chemica et physica Vol. II. S. 231—271) so findet sich das specifische Gewicht dieses Halbmetalles sehr veränderlich, nämlich wie 7,082, 7,173, 7,333, 7,421, 8,666, 8,875, zu 1,000 oder zum reinem Wasser***). So veränderlich wie das eigenthümliche Gewicht dieses Halbmetalles ist, eben so veränderlich ist auch seine Reinheit. — Aus dem Verzeichniß geht übrigens hervor, daß sich das specifische Gewicht des geschmiedeten Eisens dem des Nickels und des regulinischen Spiesglanzes am mehrsten nähert;

*) Bis 7,191, im reinen Zustande.

**) Das Gewicht des reinen metallischen Kobalt ist weit größer und kommt dem des Nickel und Kupfer ungemein nahe, indem es 8,538 beträgt.

Außer den 14 Metallen, welche Hr. R. hier aufführt, hat der Fleiß der Chemiker in neuern Zeiten noch 14 Metalle theils igenauer untersucht und bestätiget, theils ganz neu aufgefunden, so daß die Anzahl der Metalle in diesem Augenblick bis auf 28 gestiegen ist. Von diesen ist das spec. Gewicht

des Mangan	6,85
— Uran	6,44
— Tellur	6,115

Die specifischen Gewichte des reinen metallischen Molybdän, Scheel, Chrom, Titan, Tantal, Cererium, Columbium, Osmium, Iridium, Rhodium und Palladium sind noch nicht mit Zuverlässigkeit bestimmt worden.

***) Hr. Richter, dem wir eine genauere Kenntniß dieses Metalles verdanken, hat das specifische Gewicht des geschmolzenen Nickels 8,279 und des geschmiedeten 8,666 gefunden (Richter, über das absolut reine Nickel, im Neuen allg. Journ. der Chemie. B. III. S. 252.)

hert; so wie auch, daß nur ein geringer Unterschied zwischen dem Gewicht des Roheisens und des Zinnes statt findet, obgleich aus dem im §. 24 mitgetheilten Verzeichniß erhellet, daß manches Roheisen leichter als Zinn ist. Hierdurch sind einige Physiker zu der Behauptung verleitet worden, daß das Eisen das leichteste Metall sey; sie müssen aber zu ihren Versuchen wohl das dunkelgraue sehr gaare und leichteste Roheisen, welches gewöhnlich undicht und poröse ist, angewendet haben. Unter allen Halb- und Ganzmetallen ist bis jetzt der Kobaltkönig das leichteste Metall.

Es ist sehr auffallend, daß das specifische Gewicht des Eisens, wenn es mit anderen Metallen, zusammengeschmolzen wird, größer ausfällt *), als es nach der Berechnung seyn sollte, wovon Hr. Lewis in seiner Geschichte des Platins merkwürdige Versuche anführt. Es geht daraus hervor, daß das Eisen, durch das Zusammenschmelzen mit dem Platin, eine ansehnlich schwerere Mischung giebt, als sich eigentlich ergeben sollte, wenn man, nach dem specifischen Gewicht eines jeden Metalles, das der zusammengeschmolzenen Mischung berechnet. Hr. Scheffer führt in den Verhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften für das Jahr 1757 über den Grund dieser Erscheinung folgendes an: „Die Metalle werden in demselben Verhältniß schwerer, als sie ihr Phlogiston verlieren, und „umgekehrt werden sie leichter, wenn sie sich mit dem „Phlogiston verbinden. Nun hat aber Lewis diese „Eisenverbindung ohne Zusätze und ohne Gewichtsverlust „geschmolzen, woraus hervorgeht: daß vom Phlogiston, „oder vom verbrennlichen Theil des Eisens sehr viel „verbrannt seyn muß, welches durchaus immer ge„schieht, wenn Eisen ohne Zusatz von Phlogiston ins Feuer

*) Nicht immer; Eisen und Spiesglanz, Eisen und Wismuth, Eisen und Zink geben Metallgemische die lockerer sind, oder deren specifisches Gewicht geringer ist, als es der Berechnung zufolge seyn sollte.

„Feuer gebracht wird; — ferner aber auch, daß etwas „weniges von dem metallischen Theil verglast worden „ist, indem der zurückgebliebene, mit dem Platin zu„sammengeschmolzene Theil des Eisens, durch den „Verlust eines Theils seines Phlogistons, sein Gewicht „vermehrt hat. Auf diese Weise war es möglich, daß „eben so viel Eisen dem Gewicht nach, aber in einem „geringeren Raum als vor der Schmelzung, mit dem „Platin vereinigt werden konnte; denn Eisen, welches „durch Kalciniren alles Brennbare verliert, wird über „ein Drittel schwerer als vorher, welche Gewichtszu„nahme aber wieder abnimmt, wenn mehr oder weniger „Phlogiston hinzukommt. Das Eisen verhält sich in „dieser Rücksicht ganz besonders, und ganz entgegenge„setzt von dem Kupfer, indem gefrischtes und geschmei„diges Eisen weniger Phlogiston bei sich hat, als ge„gossenes, so daß es nicht ohne Zusatz von mehr Phlo„giston gegossen werden kann, wodurch es aber wieder „ungeschmeidig, wie Roheisen wird, und sich dann „auch eben so gießen läßt. Daß aber die Eisen„verbindungen des **Lewis** (die sich viel geschmeidiger „als gegossenes Eisen zeigten, welches von der ange„führten Ursache herzurühren scheint) schnell und dicht „zusammengeschmolzen werden konnten, ohne im Feuer „zähe zu werden, welches bei gefrischtem Eisen der Fall „ist, dies scheint vom Platin herzurühren." — So weit Scheffer *). — Hieraus folgt also, daß sich bei einer metallischen Verbindung, welche Eisen enthält, die Quantität eines jeden Metalles in derselben, nicht mit

*) Daß diese Erklärung unzureichend ist, brauche ich nicht erst zu zeigen. S. hat das absolute Gewicht mit dem specifischen verwechselt; außerdem hat Lewis aber Roheisen, und nicht geschmiedetes Eisen, zu seinem Versuch angewendet. — Die Versuche der Hn. Kraft und Gellert (v. Crell neues chem. Archiv B. VI. 318. 323.) haben dargethan, daß sich die specifischen Gewichte vieler Metallgemische ganz anders verhalten, als sie es der Berechnung nach sollten. Der Grund dieser merkwürdigen Erscheinung liegt wahrscheinlich im Gefüge, oder in der Krystallisation.

mit Sicherheit auf dem hydrostatischen Wege auffinden läßt *), wovon ich in der Folge, bei Gelegenheit der Verbindung des Eisens mit anderen Metallen, noch ausführlicher reden werde.

§. 28. Von der Verschiedenheit des Gewichts des Eisens in der Hitze und in der Kälte.

Nach physikalischen Gründen sollte man vermuthen, daß das Eisen, es sey warm oder kalt, geschmolzen und flüssig, oder erstarrt und fest, immer gleich schwer bleiben müsse, in so fern die Quantität der Materie in beiden Fällen dieselbe bleibt. Die Gelehrten aber sowohl als die Handwerker sind hierin verschiedener Meinung. Einige behaupten, rothglühendes, oder geschmolzenes und flüssiges Eisen sei leichter; Andere versichern, es sei in diesem Zustande schwerer als in der Kälte, noch Andere endlich wollen ausgemittelt haben, es behalte in der Hitze und in der Kälte dasselbe Gewicht. Es scheint daher der Mühe werth zu seyn, diese Meinungen näher zu prüfen. — Jene berufen sich auf einen Versuch, den Hr. v. **Voltaire** angestellt haben soll, indem er 1000 Pfunde geschmolzenes fließendes Roheisen abwog und nach dem Erkalten einen Gewichtsverlust von 4 Pfunden gefunden haben will. Diese stützen sich dagegen auf die Versuche des genau beobachtenden und gelehrten **Boerhave**, der ein Stück Eisen von 8 Pfd. glühete, und beim Abwägen fand, daß es in der Rothglühhitze dasselbe Gewicht, welches es in der Kälte gehabt hatte, beibehielt. — Die Hammerschmiede sind allgemein der Meinung, daß sich eine Luppe oder ein Stück Eisen, so lange als es stark rothglüht oder Schweißhitze hat, mit Zangen und anderen Werkzeugen leicht heben und regie-

*) Wenigstens nicht eher, als bis man die Veränderung des Verhältnisses der Dichtigkeit und des specifischen Gewichtes, nach dem Zusammenschmelzen der in verschiedenen Verhältnissen mit einander legirten Metalle, genau kennt.

regieren lasse; daß es aber nach dem Erkalten schwerer werde und beim Heben viel mehr Kräfte erfordere.

Um zu sehen, welche von diesen Meinungen die Erfahrung für sich habe, nahm ich:

1) Ein Stück von einer vierkantigen Eisenstange, wog es auf einer raschen, sehr genauen Waage und fand ein Gewicht von 29 Ct., oder 2,900 Pfunden Probiergewicht. Eben dieses Stück ward so schnell als möglich vor einem heftigen Gebläse geglühet, und dabei nach Möglichkeit gegen das Abbrennen geschützt. In anderthalb Minuten war es durchaus weißglühend und sprühete mit zischenden Funken. In diesem Zustande ward es schnell auf die Waage gebracht; deren andere Schaale noch mit den 29 Ct., mit denen das Stück Eisen vorher im Gleichgewicht gestanden hatte, belastet war; ich mußte aber zu jenem Gewicht noch 8 Pfund hinzuthun, um beide Schalen in ein Gleichgewicht zu bringen. Statt eines Gewichtsverlustes fand also noch eine Vermehrung von 8 Pfund, oder von $\frac{8}{29}$ Procent statt, welches Uebergewicht auch beim Erkalten beiblieb.

2) Mit Roheisen machte ich unmittelbar beim Hohenofen folgenden Versuch. Ein eisernes Gefäß ward auf einer guten Waage ins Gleichgewicht gebracht und mit flüssigem Roheisen, welches aus dem Hohenofengestell ausgekellt ward, angefüllt. So lange sich das Eisen im flüssigen Zustande befand, wog es vierzig Pfund; als es aber in einer Zeit von 4 Stunden erkaltet war, zeigte sich eine Gewichtsvermehrung von kaum $\frac{1}{2}$ Loth.

Vergleicht man hiermit, was ich weiter unten in der vierten Abtheilung von der Wirkung des Feuers auf das Eisen anführen werde, daß nämlich das Eisen bei einem freien Luftzutritt nicht ohne Verbrennung, oder Aufnahme von Glühspan geglühet werden kann; daß ferner das Roheisen beim langsamen Erkalten an der freien Luft, auf der Oberfläche ebenfalls eine

Decke

Decke von einer verbrannten Haut oder von Glühspan ansetzt und endlich, daß das verbrannte Eisen ungefähr um ein Drittel schwerer ist, als es vorher im metallischen Zustande war: so läßt sich die Ursache der obigen Gewichtsvermehrung sehr leicht einsehen, indem das Eisen bei beiden Uebergängen, vom kalten zum erhitzten, und vom erhitzten zum kalten Zustande, in eben dem Verhältniß schwerer werden mußte, als es sich mehr oder weniger mit einer Schlackenhaut, oder mit Glühspan bedeckte. Wenn es daher möglich wäre, das Eisen entweder zu glühen, oder vom flüssigen Zustande in den erstarrten übergehen zu lassen; ohne daß die Oberfläche zugleich verbrennen oder sich mit Glühspan bedecken dürfte, und wenn man es dann in diesem Zustande auch bequem wägen könnte, so würde sich das Gewicht in der Wärme und in der Kälte durchaus gleich bleiben. Weil man aber dem Verbrennen nicht anders als dadurch vorbeugen kann, daß man das Eisen in Kohlenstaub einschließt, um den Zutritt der freien Luft abzuhalten, (in welchem Zustande die Ausmittelung des Gewichts nicht mit Genauigkeit geschehen kann) so lassen sich keine unmittelbaren Versuche darüber anstellen. Inzwischen folgt hieraus doch, daß es mit dem Versuch des Hrn. v. Voltaire nicht ganz richtig zugegangen seyn muß, und daß nicht einzusehen ist, wie Boerhave ein Stück Eisen glühen konnte, ohne daß es Glühspan ansetzte, wodurch sich das Gewicht nothwendig vergrössern mußte. Wenn der Glühspan aber vorher abgekratzt worden wäre, so hätte offenbar ein Gewichtsverlust durch das Abbrennen zum Vorschein kommen müssen.

Die Erfahrung der Schmiede scheint daher in gewisser Rücksicht ihre Richtigkeit zu haben, und ein bis zum Schmelzungsgrade erhitztes Stück Eisen, kann allerdings leichter als ein erkaltetes seyn, vorzüglich wenn man bedenkt, daß selbst die Feuermaterie, die

sehr

sehr viel leichter ist als die Luft, zur Verminderung des Gewichts in eben der Art beizutragen vermag, als man einen in Flammen gerathenen Körper leichter, als vor der Anzündung in die Luft steigen sieht, und als eine brennende Rakete schnell in die Höhe steigt. Ich bin indeß keinesweges der Meinung, daß der Arm des Schmiedes eine genaue Waage abgiebt, vielmehr bin ich überzeugt, daß ein kalter Eisenschirbel, der zum Ausschmieden erhitzt wird, nach dem Glühen zuerst schwerer seyn muß, aber bald wieder leichter wird, wenn der angesetzte Glühspan unter dem Hammer abgeschlagen ist *).

§. 29. Versuche über die Dichtigkeit des Eisens.

Ich darf wohl voraussetzen, daß Jeder, besonders der Kunstverständige weiß, daß man unter dichtem Eisen solches Eisen versteht, welches überall eine gleiche Härte, und keine offenen Ritzen oder die geringsten Anzeigen eines eingemischten fremden Körpers, oder einer noch nicht reducirten Eisenerde besitzt, die sich äußerlich als kleine schwarze Punkte oder Striche, vorzüglich wenn das Eisen zuerst auf der Oberfläche gehärtet, und dann mit Schmirgel oder Polirpulvern zum Spiegelglanz gebracht ist, wovon ich bereits in der ersten Abtheilung dieses Werkes (§§. 1 — 8) geredet habe, zu erkennen geben. Die Eigenschaft der Dichtigkeit des Eisens scheint mit seinem specifischen Gewicht so genau zusammenzuhängen, daß man von dem Gewicht auf die Dichtigkeit, und umgekehrt schließen kann. Einen Beweis des Angeführten findet man im §. 27, vorzüglich

*) In so fern das glühende Eisen ein größeres Volum einnimmt als das kalte, muß es allerdings specifisch leichter seyn als dieses. Das absolute Gewicht bleibt in einem luftleeren Raum unstreitig einerlei; aber in einem mit athmosphärischer Luft angefüllten Raum müßte das glühende Eisen leichter erscheinen als das kalte, wenn unsere Werkzeuge die Schärfe hätten, daß sie geringe Unterschiede, die für die Wirklichkeit als Null zu betrachten sind, anzugeben im Stande wären.

lich beim englischen Gußstahl, der sich beim Poliren am allerdichtesten, und größtentheils ohne alle Fehler zeigt, aber auch das größte specifische Gewicht besitzt; ferner beim Roheisen, in Rücksicht des ungleichen Gewichts und der ungleichen Dichtigkeit desselben u. s. f. — Es ist daher natürlich, bei Gelegenheit des specifischen Gewichts des Eisens auch etwas von seiner Dichtigkeit zu erwähnen, besonders weil diese Eigenschaft bei den polirten Arbeiten unumgänglich nothwendig erfordert wird, und nichts unangenehmer seyn kann, als nach einer großen Aufopferung von Zeit und Arbeit endlich zu finden, daß das polirte Eisen oder der Stahl viele schwarze Punkte, Ränder, oder undichte Stellen — sogenannte **Eschel** — hat, welches unsere Arbeiter leider! sehr häufig zu ihrem Schaden erfahren müssen.

Bei dem Schmelzproceß im Frischfeuer arbeiten der Frischer, die Hitze und das Gebläse vorzüglich dahin, das Eisen nicht allein von der fremdartigen, zufällig mit demselben verbundenen unmetallischen Erde, sondern auch besonders von dem überflüssigen brennbaren Wesen, welches erweislich im Roheisen enthalten ist (§. 58) zu befreien. Eisen, welches alles oder zu viel brennbares Wesen verliert, wird zur glasartigen Schlacke; wenn es davon aber soviel als zur Zähigkeit erforderlich ist, behält, so nimmt es ein kleineres Volum ein, wird specifisch schwerer und verwandelt sich in geschmeidiges Eisen (5. Abtheilung). Derjenige Proceß, bei dem nicht mehr Roheisen eingeschmolzen wird, als der Frischer gut behandeln kann, und wobei er eine hinlängliche, überall gleichförmige Hitze zu geben im Stande ist, scheint der beste zu seyn. — Dies ist der Fall wenn nicht mehr als 2 oder 3 Liespfund zu jeder Luppe genommen werden, und aus diesem Grunde wird auch kein Eisen schwerer und dichter, als dasjenige, welches die Wallonenschmiede liefert, indem es in der Regel zu den feinen und polirten Arbeiten am besten und an-

anwendbarsten ist, vorausgesetzt, daß das Roheisen aus gutartigen Erzen erblasen war. Ich könnte durch viele Versuche erweisen, daß das Dannemorer Eisen auf dem Wallonenheerde immer dichter und specifisch schwerer ausfällt, als bei der deutschen Frischarbeit *).

Das Schmelzen im Frischheerde ist daher das gewöhnlichste und bekannteste Verfahren, das Roheisen durch Befreiung seines überflüssigen Phlogiston, geschmeidig, schwerer und dichter zu machen.

Wenn man diesen Proceß genauer betrachtet und erwägt, daß das Eisen dabei in mehrere Stücken unter den Kohlen vertheilt werden muß, daß der Schmidt diese Stücken mit der größten Sorgfalt zusammen zu bringen und endlich zusammenzuschmelzen genöthigt ist, daß jedes Stück dabei mit einer Schlackenhaut umzogen, und ein großer Theil von dieser Schlackenhaut hie und da beim Zusammenbringen und Zusammenschweißen der Eisenstücke nothwendig mit eingeschlossen werden muß u. s. f. so ergiebt sich sehr bald, daß die undichten Stellen, oder die sogenannten **Eschel** oder **Aschenlöcher** (Frat) die beim Feinfeilen oder Poliren sehr auffallend zum Vorschein kommen, nur von solchen eingeschlossenen Schlackenhäutchen, welche sich durch ihre schwarze Farbe, die durch das Mikroskop noch deutlicher wird, hinlänglich zu erkennen geben, herrühren können. — Wenn man daher zwei oder mehrere Eisenstücken an einander schweißen will, so muß man dabei sehr vorsichtig verfahren, und das Eisen mit so vielem reinen Glasfluß bedecken, daß sich keine Schlackenhaut bilden und zwischen den Fugen setzen kann, weil das Eisen sonst, wie es mehrentheils der Fall ist, an diesen Stellen undicht und unganz wird. Indeß kann die

*) Die Wallonenschmiede erfordert ein vorzüglich gutes, reines, aus reichen, gutartigen Erzen erblasenes Roheisen. Provinzen, die mit solchen Erzen nicht beschenkt worden sind, müssen daher gänzlich darauf Verzicht thun, ein zu feinen polirten Waaren geignetes Stabeisen zu liefern.

die Undichtigkeit auch von eingepreßter Luft herrühren, welches die blasigen Stellen, die beim Ausrecken des Eisens und Stahls zu dünnen Stäben zum Vorschein kommen, beweisen. Wenn diese Blasen mit einem Meißel geöffnet werden, während das Eisen noch rothglüht, so wird es durch abermalige Schweißhitze wieder dicht. Merkwürdig ist es, daß dabei eine feine blaue Schwefelflamme aus den Blasen entweicht, welche vermuthlich aus Phlogiston besteht, das sich darin angesammelt und mit etwas Säure verbunden hatte *). Das dichteste Eisen wird man daher bei der Frisch- oder Schmelz-Methode erhalten, bei welcher der Heerd am mehrsten geschlossen, oder das Eisen am mehrsten zusammengehalten, das Einschließen der Schlacke und der Luft am besten verhindert und die entstandene verbrannte Eisenschlacke durch Hitze und Kohlen am leichtesten wieder reducirt wird. — Dies brachte mich auf den Versuch, Roheisen in geschmeidiges Eisen umzuwandeln, oder einen angemessenen Theil seines Phlogiston wegzuschaffen, ohne beim Schmelzen mit der Brechstange arbeiten zu dürfen, (weil dadurch die Zwischenkunft der Luft und der Schlackenhäutchen unmöglich vermieden werden kann) um auf solche Art ein im höchsten Grade dichtes Eisen zu erhalten. Wie weit mir dies gelungen ist, kann man aus den Versuchen, die ich weiter unten (4. und 5. Abtheilung) bei der Einwirkung des Feuers auf das Eisen beschreiben werde, ersehen. Wenn eine starke und langsame Glüh- oder Cementationshitze mit der gehörigen Vorsicht angewendet werden konnte, so ließ sich vorzüglich das weiße, grelle und harte Roheisen, das am wenigsten überflüssiges Phlogiston enthält, in geschmeidiges Eisen umwandeln, welches sich beim Poliren ganz dicht und ohne schwarze Flecke zeigte (§. 265). — Ward die Hitze nach der Cementation so sehr verstärkt, daß das Eisen, unter der Decke von seiner

*) Diese Luft ist bekanntlich schweres brennbares Gas.

ner eigenen Schlacke, in einen Klump zusammenschmolz oder zusammenrann, so ward es zwar auch geschmeidig, allein diese geschmolzenen Klumpen behielten noch so viel Phlogiston, daß sie, statt weiches Eisen zu seyn, geschmeidiger Stahl geworden waren, an welchem sich beim Poliren nicht die geringsten Zeichen von Undichtigkeit erkennen ließen, welches auch nothwendig geschehen mußte, weil aus dem Folgenden (§. 77) hervorgehen wird, daß weiches Eisen in der gewöhnlichen Hitze ganz unschmelzbar ist. — Hieraus geht hervor, daß es zwar eine Methode giebt, wie man Eisen und Stahl, besonders beim Schmelzen, dicht und von eingeschlossener Schlackenhaut und von erd- oder glasartigen Theilen befreit, darstellen könne; wie sich aber dieser Proceß mit Vortheil im Großen anwenden lassen würde, das ist eine Frage, deren Beantwortung ich mir noch bis weiter unten vorbehalte *).

Auch über die Art, wie man geschmeidiges Eisen, welches schon undicht ist, verbessern, oder demselben den Fehler benehmen könne, habe ich mehrere Versuche angestellt, die ich mittheilen werde.

1) In der Voraussetzung, daß die Undichtigkeit durch eingeschlossene Schlacke oder unreducirte feine Eisenerde herrühre, versuchte ich, ob sich die Erde nicht zu Eisen reduciren ließe, wenn das undichte Eisen mit brennbaren Stoffen reducirt würde? Dies ist wirklich der Fall, wenn das Eisen in Kohlenstübbe gelegt, und lange genug in der Weißglühhitze erhalten wird. Etwas

*) Im Großen kann man jenen Zweck nur durch das Verfrischen des Roheisens in Flammöfen erreichen; allein nach den bis jetzt bekannt gewordenen Erfahrungen läßt sich das gefrischte Eisen auf diese Art nicht in gehöriger Güte darstellen, sondern es verhält sich immer roher als das in den gewöhnlichen Frischheerden producirte Stabeisen. Es bleibt daher nur die Wahl: gutes aber etwas undichtes und mit Aschenlöchern versehenes, oder dichtes aber schlechteres Stabeisen zu verarbeiten. Wo es mehr auf die Zierde als auf die Haltbarkeit der Waare ankommt, wird man weniger auf die Güte als auf die Dichtigkeit sehen; allein der Fälle sind gewiß sehr wenige.

was von der feinsten Schlackenhaut wird wieder metallisch und die Undichtigkeit verliert sich zum Theil; weil das Eisen dadurch aber eher einen Zuwachs als eine Verminderung von Phlogiston erhält, so verliert es seine Weichheit und wird zu dem sogenannten Brennstahl, dessen Eigenschaften ich weiter unten (§. 269 f.) näher beleuchten werde. — Die gröberen Fehler und undichten Stellen im Eisen lassen sich hierdurch aber nicht allein nicht verbessern, sondern sie kommen auch sogar noch mehr als vorher zum Vorschein. Wenn das Eisen indeß auf die oben angeführte Art in einem geringeren Hitzgrade als zum Stahlbrennen erforderlich ist, nämlich in einer gelinden Glühhitze, einen oder zwei Tage lang mit Kohlenpulver cementirt wird, so vermeidet man das Hartwerden, und das Eisen wird dadurch so wohl in seiner Weichheit als auch in seiner Dichtigkeit merklich verbessert. Man vergleiche hiermit §§. 73—74.

2) Wenn undichtes Eisen kürzere Zeit und in einem geringeren Feuergrade mit brennbaren Stoffen cementirt, und auf der Oberfläche gehärtet, oder in Stahl verwandelt wird, so sind die undichten Stellen nicht wegzubringen, man nehme Zuschläge welche man wolle.

3) Es schien mir wahrscheinlich, daß die Schlackenflecke durch solche Salze, welche die Eisenschlacke oder den Glühspan angreifen und auflösen, z. B. durch Kochsalz, durch fixen Salmiak u. s. f. weggebracht werden könnten, und deshalb ließ ich ein Stück Eisen ein oder anderthalb Stunden lang in der Schmelzhitze in diesen Salzen liegen; allein, obgleich die äußere Fläche dadurch recht rein und blank ward, wie schon oben (§. 16) bemerkt ist, so wollten doch die undichten Stellen auf keine Art weggehen.

4) Eben so wenig wollten die Mittel helfen, deren man sich gewöhnlich zur Beförderung der Weichheit und Zähigkeit des Eisens bedient, nämlich das Cementiren

tiren mit Crocus martis, Knochenasche und Kalk, oder das langsame Erglühen; so daß ein Eisen, welches bei der ersten Bereitung undichte Stellen erhalten hat, ohne Zweifel nie gänzlich davon befreit werden kann.

5) Wenn man mehrere Stücken Eisen oder Stahl, besonders in groben Stangen, mit großer Behutsamkeit zusammenschweißt, ausreckt, zusammenbiegt, dann wieder schweißt, oder mit einem Wort, mehrere mal, besonders bei Steinkohlenfeuer, gerbt; so vermindern sich die Fehler der Undichtigkeit zwar immer mehr und mehr und bleiben zuletzt wenig bemerkbar, vorzüglich wenn man reinen Quarzsand oder ganz reinen Kiessand mit etwas Kochsalz zum Gerben anwendet; allein vollkommen werden sich die undichten Stellen aus demselben Grunde nicht heben lassen.

6) Durch eine starke Schweißhitze kann man der Oberfläche zwar einige Dichtigkeit ertheilen, wenn man aber die dichte Oberhaut durch das Feilen wegnimmt, so kommen zum großen Nachtheil der Arbeit, schwarze Streifen oder Striche im Eisen zum Vorschein, wodurch dasselbe ein schlechtes Ansehen erhält. Es giebt daher gegen diesen Fehler des Eisens kein sichereres Mittel, als:

7) solches Eisen auszuwählen, welches, — man kann wohl sagen, zufällig — dicht geblieben ist, und diese Eigenschaft durch den gleichförmig zackigen Bruch (§. 123) zu erkennen giebt *).

Aus dem was ich über die Entstehung der Eschel oder Aschenlöcher angeführt habe, geht hervor, daß um so mehr feine schlackige Theile vom Eisen eingeschlossen

*) Bei Roheisen aus armen oder milden, nämlich stark oxidirten erdigen Eisenerzen würde es ein wahrer Zufall seyn, wenn das Stabeisen ohne undichte Stellen ausfiele. Alle Oberschlesischen Eisenerze sind von der angeführten Beschaffenheit und es ist daher kein dichtes, von Aschenlöchern und Ritzen ganz freies Stabeisen aus denselben zu verlangen, sondern man muß nothwendig mehr auf die Güte als auf die Schönheit der aus dem gut und rein ausgefrischten Stabeisen angefertigten Waaren sehen.

sen werden müssen, je mehr der Schmidt darauf hinarbeitet, sein Eisen weich zu machen; je mehr er folglich mit seiner Brechstange im Heerde arbeitet und das Eisen zertheilt. Deshalb ist auch das allerzäheste Eisen, welches im Bruch durchaus sehnig und adrig ist, gewöhnlich das undichteste, und zu gefeilten und polirten Arbeiten am wenigsten anwendbar, sobald dabei nämlich eine ganz reine und prahlende Außenseite der Hauptzweck ist. Wenn das Haupterforderniß aber Stärke und Haltbarkeit seyn soll, so muß man solche kleine, durchaus unvermeidliche Fehler in der Blankheit entschuldigen. Es ist eine bekannte Sache, daß einige Arbeiter, z. B. Laufschmiede, welche durchaus ein starkes Eisen haben müssen, wenn nicht beständig, doch wenigstens sehr häufig in die Lage kommen, zu ihren feinsten polirten Arbeiten, zu Büchsenschlössern u. s. f. Eisen verarbeiten zu müssen, welches die Fehler dieser Undichtigkeit oder die Aschenlöcher in einem nicht geringen Grade besitzt, welches aber der Güte der Arbeit nicht den mindesten Abbruch thut *).

§. 30. Von der Federkraft des Eisens.

Unter allen Metallen besitzt das Eisen die Eigenschaft: seine Theile aus eigner Kraft wieder in die vorige Lage zu versetzen, wenn die Ursache durch welche sie aus derselben gebracht wurden zu wirken aufgehört hat, — welche man gewöhnlich Elasticität, Feder- oder Springkraft nennt — im höchsten Grade. Die größere oder geringere Stärke dieser Eigenschaft scheint mit der größeren oder geringeren Dichtigkeit, und dem damit

*) So wünschenswerth es wäre, so wenig läßt sich oft die Schönheit der Waare mit ihrer Haltbarkeit vereinigen. Es ist daher um so billiger, kleine Mängel in Rücksicht der äußern Schönheit, bei Waaren, die ein vorzüglich starkes, festes und haltbares Eisen erfordern, zu übersehen, als gerade jene Mängel einen Beweis von der vorzüglichen Güte des dazu genommenen Stabeisens abgeben.

damit verbundenen größeren oder geringeren Gewicht ebenfalls im Verhältniß zu stehen, und erreicht den höchsten Grad, wenn das Eisen in den Zustand des Stahls versetzt wird. Außer dieser Verwandlung kann aber die Springkraft des Eisens auch bedeutend durch kaltes Hämmern, durch Drathziehen, Walzen und durch solche Arbeiten verstärkt werden, wodurch die Eisentheile einander näher gebracht und zu gleicher Zeit ausgereckt werden. Kaltbrüchiges Eisen ist also nicht zu gebrauchen. Rothbrüchiges Eisen würde dagegen, weil' es sich im höchsten Grade kalt schmieden läßt, sehr brauchbar seyn, wenn es nicht zu weich wäre. Hartes, festes und etwas stahlartiges Eisen leistet die besten Dienste, weil es durch kaltes Schmieden den höchsten Grad der Elasticität annimmt. Den Schlossern ist dies sehr bekannt und sie bedienen sich daher eines solchen Eisens zu den Spiralfedern der Thürschlösser. — Dieses kalte Hämmern ist auch bei den Sägenblättern höchst nothwendig, nur wird eine sehr geübte Hand erfordert, um auf einem harten und glatten Amboß mit einem polirten und gut verstählten Hammer recht gleichmäßige Schläge zu geben, so daß das Blatt nicht schief, oder auf der einen Stelle härter als auf der andern gestreckt wird. Mit solchen dichten und mittelmäßig starken Schlägen muß man so lange fortfahren als das Eisen es, ohne Risse zu bekommen, vertragen kann. Um sich zu überzeugen, daß die Schläge dicht genug neben einander erfolgen, schwärzt man die Blätter, an den Stellen wo sie gehämmert werden sollen, etwas mit Steinkohlen oder Kiehn-Dämpfen, so daß man jeden Schlag deutlich sehen und sich von der Gleichförmigkeit überzeugen kann. Ein dünnes Sägenblatt von der Länge einer Elle, muß auf diese Art eine solche Springkraft erhalten, daß es sich in einen halben Zirkel biegen läßt und dann sogleich wieder in seine vorige Form zurückspringt. Wenn die Zirkellinie ganz gleichförmig, ohne Buchten und Biegun-

gen zum Vorschein kommt, ist das Blatt gleichförmig und gut geschlagen. Je dünner eine Feder ist, desto stärker muß sie sich biegen lassen, und dann ihre alte Form wieder annehmen können.

Durch das Feuer wird diese Kraft zerstört, so daß eine elastische Feder nach dem Glühen eben so weich als gewöhnliches weiches Eisen wird. Durch ein blosses braunrothes Glühen behält das Eisen aber einen großen Theil der Federkraft, welches zu beweisen scheint, daß das Feuer die Lage der Eisentheilchen nach Maaßgabe seiner geringeren oder größeren Intensität weniger oder mehr verändert. — Ein solches kalt gehämmertes Eisen verhält sich viel härter gegen die Feile, als wenn es wieder geglüht worden ist; etwa in demselben Verhältniß als gehärteter und ungehärteter Stahl. Auch scheint die Härte mit der Springkraft im Verhältniß zu stehen; so daß man aus einem Eisen desto elastischere Federn machen kann, je härter es ist. So wie ferner die Härte immer mit dem Grade der Wärme, den das Eisen zur Verarbeitung erfordert, im Verhältniß steht, so äußert sich auch die Springkraft in der größten Kälte am stärksten, und in der Wärme am schwächsten *). — Es ist durch Versuche erwiesen, daß ein grobes Geschütz oder ein kleines Schießgewehr die Kugel im Winter oder bei kalter Luft weiter, als im Sommer trägt, welches vorzüglich der Springkraft des Eisens zuzuschreiben ist. So geneigt eine Eisen- oder Stahlfeder aber ist, ihre ursprüngliche Form beim Spannen in der Wärme

*) Dies kalte Hämmern oder Schmieden ist auch die Ursache, warum das vortrefflichste Eisen oft die gewöhnliche Probe des Werfens über den Amboß nicht aushält, sondern wegen der erlangten Härte zerspringt, und von Nichtkennern oft für schlechtes Eisen gehalten wird. Auf allen bedeutenden Eisenhütten im Uralischen Gebirge befinden sich deshalb Glühöfen (Obschigalnie Petschi) in denen das fertige Stabeisen bis zum Rothglühen erhitzt wird. Die Oefen sind eigentlich Flammöfen, länglich viereckig gebaut, werden mit Holz gefeuert und können 500 bis 1500 Ct. Stabeisen fassen. (Herman's Beschr. d. Uralischen Erzgeb. B. I. S. 428. f.)

Wärme zu verlieren, so sehr ist sie dagegen in der Kälte dem Brechen ausgesetzt.

Auch durch das Drathziehen erhält das Eisen eine große Federkraft, besonders wenn man es, so lange als möglich, immer durch feinere und feinere Löcher zieht, ohne es jedesmal wieder vorher zu glühen. Eben so wird das Eisen auch sehr elastisch, wenn man es mehrere male durch glatte Stahlwalzen durchgehen läßt. Läßt man das Drathziehen, das Hämmern und das Walzen zu gleicher Zeit geschehen, so wird die Springkraft um so stärker. Die feinen Spiralfedern unter der Unruh in den Taschenuhren werden aus dem feinsten Eisendrath gemacht, der zwischen ein paar kleinen polirten Stahlwalzen durchgelassen wird. Eisendrath, der nicht ausgeglüht ist, wird durch kaltes Hämmern viel elastischer als ein geschmiedeter Eisenzain durch das bloße Hämmern. Indeß scheint es doch, daß man durch starkes Hämmern mehr als durch das Walzen und Drathziehen ausrichten kann.

Die Gestalt und die Beschaffenheit der Federn hat auf ihre Elasticität einen großen Einfluß. Die platte Form, mit zwei parallelen breiten Seiten, in Gestalt eines Bandes, ist die beste; hiernächst die runde; die viereckige, noch mehr aber die dreieckige sind untauglich. Am wenigsten lassen sich die Federn biegen, die auf der einen Fläche mit einem erhabenen Rücken versehen sind, wie die Dolchklingen. — Wie stark sich eine Feder spannen läßt, das hängt von dem Verhältniß ihrer Dicke zur Länge ab. — Damit die Länge keine Unbequemlichkeiten verursache, wenn die Feder in einiger Entfernung wirken soll, so legt man sie künstlich in einer Spirale zusammen, sie mag nach der Richtung der Länge, wie die Uhrfedern, oder nach der Höhe, wie die Rollfedern, wirken sollen; im letztern Fall kann man sich mit großem Vortheil eines gewöhnlichen Eisendrathes bedienen.

Am

Am stärksten äußert sich die Elasticität wenn das Eisen in Stahl verwandelt wird. Ist das Eisen nicht gänzlich zu Stahl gebrannt, sondern noch ein wirklicher Eisenkern in der Mitte zurückgeblieben, so wird das Eisen dadurch zwar eine bedeutend stärkere Spannkraft, als durch das bloße kalte Hämmern erhalten; allein der härteste und reinste Stahl besitzt die Eigenschaft der Elasticität im höchsten Grade. Eine Stahlfeder muß daher beim Anspannen entweder brechen, oder ihre vorige Gestalt vollkommen wieder annehmen. Die letzte Eigenschaft der Feder nennt man straff oder schnell; biegt sie sich aber ehe sie bricht; so heißt sie lahm. Je stärker eine straffe Feder aus gehärtetem Stahl angespannt werden soll, desto dünner muß sie seyn. — Das Glas gehört zu den Körpern die am mehrsten elastisch, aber auch zugleich am brüchigsten sind; ein feiner Glasdrath oder Glasspan läßt sich indeß noch sehr biegen, ehe er bricht. Hört die Spannung auf, ehe dies geschieht, so kann man überzeugt seyn, daß die Feder ihre alte Gestalt wieder annehmen wird. — Zu Federn von verschiedener Beschaffenheit muß man auch verschiedenartigen Stahl, der zu dem beabsichtigten Zweck brauchbar ist, aussuchen. Eine Feder soll sich stark anspannen lassen können, eine andere dagegen steif und stark zugleich seyn, z. B. eine Degenklinge, oder die Schlagfeder im Flintenschloß, wozu kein sehr dünner und auch kein sehr harter Stahl genommen werden muß. Verlangt man aber dünne Federn, z. B. in der Uhr, so muß man auch harten Stahl nehmen. — Um dies auf theoretische Grundsätze zurückbringen zu können, müßte man die Ursache der Elasticität gründlich kennen; weil die Naturforscher darüber aber noch nicht im Reinen sind und diese Ursache vergeblich von der Gestalt der kleinen Theilchen unter sich abzuleiten suchen; so würde es überflüssig seyn, wenn ich mich bei bloßen Muthmaßungen aufhalten wollte. Es ist am besten, wenn man sich dar-

darauf beschränkt, die Anziehungskraft der Theile unter sich, als die Ursache anzunehmen, und zu wissen, daß sich die Kraft des Eisens durch nähere Vereinigung der Theile vermittelst des Hämmerns und der Kälte, so wie durch die Verwandlung in Stahl, verstärkt. Ich werde also, statt der theoretischen Untersuchungen über diese Eigenschaft des Eisens, die Anwendung derselben auf das praktische Leben näher zeigen.

§. 31. Von der Verfertigung der Uhrfedern.

Als ein Beispiel von der Elasticität des Stahls führt man gewöhnlich die Stahlfedern an. Weil die Verfertigung derselben große Genauigkeit erfordert, und nicht allgemein bekannt ist, so wird eine kurze Beschreibung dieses Verfahrens hier am rechten Ort stehen.

Ein geschickter englischer Uhrfederfabrikant sagte mir, daß der deutsche, oder der auf gleiche Art in Schweden bereitete Gerbstahl, oder der sogenannte steyermärkische Stahl, in der schmalen und dünnen Form, wie sie zu Uhrfedern erforderlich ist, nicht Elasticität genug besitzt. Unser gewöhnlicher Bunkstahl, der aus Eisen von Norberg, Linde und Nora cementirt wird, soll in der Schweißhitze zu wild und auch zu spröde seyn, um sich in eine Spirale legen zu lassen. War dieser Stahl nicht völlig durchgebrannt, oder blieb noch eine Eisenader zurück, so soll er sich recht leicht schmieden und bearbeiten lassen, aber dann den Fehler besitzen, bei einer starken Anspannung lahm zu werden. Kein Stahl soll aber zu dieser Arbeit besser seyn, als der nicht zu stark cementirte Stahl aus Eisen von Oesterby oder Åkerby aus dem Dannemorer Bergrevier, den auch die Engländer für den besten halten.

Zum Stahlbrennen gebraucht man gewöhnlich starke Eisenstangen, 2 bis 3 Zoll breit und $\frac{3}{4}$ Zoll stark. Die Federfabrikanten nehmen den Stahl, so wie er aus dem Ofen kommt, spalten die Stange in drei Zaine,

und recken sie zu halbzölligen Quadratstäben aus. Diese Stäbe werden dann zu anderthalb Fuß langen Enden zerhauen, welche mit dünnen Eisenschienen umwickelt und sehr sorgfältig zusammengeschweißt werden, so daß sie wieder ein einziges Stück ausmachen, welches sehr dicht, rein und gut geschweißt seyn muß. Diese Methode des Gerbens muß nothwendig mit dem Stahl vorgenommen werden, um ihn stärker, gleichartiger und recht fein zu solchen dünnen Federn zu erhalten. Das Eisen wird deshalb um den Stahl gelegt, um letzteren gegen die Wirkung des Feuers zu schützen, damit er nichts von seiner Stärke verliert; es verbrennt aber gänzlich, weil es nur aus einer sehr dünnen Schiene besteht. Ein guter und gehörig durchgearbeiteter Stahl muß sich ungehärtet nur sehr schwer zerschlagen lassen; er muß einen gleichartigen, ziemlich grobkörnigen Bruch haben, ohne daß das Korn aber eckig und glänzend wäre; er muß in kirschrother Wärme in kaltem Wasser abgelöscht, äußerlich ganz rein, durchaus gleichförmig und von matter Silberfarbe erscheinen und auf diese Art gehärtet mit einem einzigen Hammerschlag quer durchspringen und einen so feinen Bruch haben, daß man mit den Augen gar kein Korn bemerken kann, sondern überall ganz gleichförmig dicht seyn. Hat er im Bruch kein ganz gleichförmiges Ansehen, so muß er entweder ausgeworfen werden, oder man muß ihn noch einmal gerben. Der so zubereitete Stahl wird dann, mit einem etwas konvexen Handhammer, zu viertelzölligen Quadratzainen, die von den Eindrücken der Hammerbahn gewöhnlich ein unebenes Ansehen auf der Oberfläche erhalten, ausgereckt.

Diese Zaine werden nun auf einer besondern Maschine, die entweder mit Menschenhänden oder durch Pferde in Bewegung gesetzt wird (so wie sie die Goldzieher zu ihrem stärkern Drath gebrauchen) unter Beobachtung der gehörigen Vorsichtsmaaßregeln beim Glühen

und Scheuren, zu Drath ausgezogen, dessen verschiedene Stärke sich nach den verschiedenen Federarten, welche man daraus machen will, richtet. — Die Stahlscheiben, durch welche der Drath gezogen wird, sind gewöhnlich aus dem härtesten und besten steyermärkischen Stahl gearbeitet, weil die Löcher sonst der starken Reibung des Stahldrathes nicht würden widerstehen können. Der Drath wird dann einmal geglühet und mit einem Handhammer, auf einem polirten ganz harten Amboß kalt gehämmert, bis er die zu der Feder erforderliche Dicke und eine solche Länge erhalten hat, daß daraus zwei Federn gemacht werden können. Bei kleinen Uhrfedern ist das einmalige Glühen hinreichend; bei stärkeren Federn zu Pendel- oder Stutzuhren muß die Feder aber nach dem Hämmern wieder geglüht werden, und dann kann man sie so dünne als es erforderlich ist, ausziehen. Die schmalen Federn feilt man zuerst an den Kanten ganz eben, und dann nimmt man die Eindrücke des Hammers auf den flachen Seiten mit einer groben Feile weg. Alsdann spannt man sie mit beiden Enden in einen Schraubstock oder in zwei bewegliche Docken ein, so daß sie, die beiden Enden ausgenommen, ganz frei, aber doch auch zugleich recht fest liegen, und überfeilt sie der Länge nach dergestalt, daß man sie zwischen zwei Feilstutzen bringt, welche in einer hölzernen Handhabe gehörig eingefaßt sind, und nach Erfordern mehr oder weniger an einander geschraubt werden können, um sie ganz gleichförmig stark zu machen und alle Eindrücke des Hammers völlig wegzubringen. — In eben dieser Stellung muß die Feder nun auch zwischen zwei, auf eben diese Art eingefaßte Bleischeiben, welche mit etwas grobem Schmirgel und Oel eingetränkt sind, abgeschliffen werden, um die Feilstriche herauszubringen. Dann schneidet man sie zu der erforderlichen Länge durch, legt sie dutzendweise, in Ringen von 4 bis 5 Zoll Durchmesser, mit einem feinen Ei-

Eisendrath umwickelt, dergestalt zusammen, daß eine Feder die andere nicht berühren kann, und nun sind sie bis zum Härten fertig.

Hierzu bedient man sich eines kleinen Glühofens von Ziegeln mit zwei eisernen Rosten, die ungefähr eine viertel Elle von einander entfernt sind. Auf beide Roste wirft man gute Birken- oder Erlen-Kohlen und bringt sie langsam in Gluth. Dann wird jedesmal ein Ring solcher Federn in eine kleine runde eiserne Pfanne gelegt, an deren Handhabe sich ein Stift befindet, vermittelst dessen man die Pfanne um ihren Mittelpunkt drehen kann. Die Pfanne mit dem Ringe wird auf den untersten, durch die Kohlen glühend gemachten Rost, also zwischen beide Roste gesetzt, damit die Hitze überall, von unten und oben und von allen Seiten gleichförmig stark ist, weshalb man auch die Pfanne mit einem eisernen Stabe häufig umdreht. Findet man nun nach einer sehr vorsichtigen Behandlung, daß der Federring mit einer gleichförmig kirschrothen Farbe glüht, so nimmt man die Pfanne heraus und wirft die Ringe, um sie zu härten, in ein mit Rüböl angefülltes Gefäß. Auf die nämliche Art verfährt man mit allen fertigen Ringen. — Um das Abbrennen zu verhüten, muß die Pfanne eine beträchtliche Eisenstärke haben und gut durchgeglühet seyn, ehe man die Federn hineinlegt. Nach dem Härten werden die Ringe aus dem Oel genommen, behutsam losgetrennt, rein abgetrocknet und auf ein breites Stück Eisen gelegt, welches über einem mit glühenden Kohlen angefüllten Feuerfaß recht heiß gemacht werden muß. Auf diesem Eisen läßt man sie mit einer gelben Farbe anlaufen, biegt sie in diesem Wärmegrad völlig grade und scheuert sie mit feinem Sand ganz rein. Nun werden sie wieder grade gelegt, und dicht auf einander in Bunden, ein jedes zu zwei Dutzenden gepackt, worauf man sie mit feinem Eisendrath zusammen bindet. Diese Bunde läßt man dann wieder auf dem heißen Eisen

sen, aber so stark, anlaufen, daß die sichtbaren Kanten überall eine gleichförmige dunkelblaue Farbe erhalten, wobei man die Vorsicht beobachtet, außerhalb auf jeder Seite des Bundes zwei ungehärtete, bloß gehämmerte Federn zu legen, um zu verhüten, daß die äußern Federn des Bundes nicht stärker als die inneren anlaufen, welches ohne jene Maaßregel geschehen würde. Alsdann bindet man sie los und richtet jede Feder für sich allein, indem man mit einem polirten Hammer auf dem Amboß alle Biegungen, die durch das Härten entstanden seyn sollten, wegzubringen sucht, und mit einer Polirfeile und Oel alle Kanten und flachen Seiten der Federn gleichmäßig ebnet. Darauf spannt man sie endlich wieder in den Schleifstuhl, um sie mit feinem Schmirgel zwischen den Bleischeiben recht gleichförmig, eben und blank abzuziehen.

Durch diese Behandlung erhalten sie überall eine gleiche Stärke; weil die feinen Uhrfedern aber an dem einen Ende etwas dünner als am andern seyn müssen, so bringt man sie auf eine besonders dazu vorgerichtete Maschine, welche aus zwei auf einander liegenden Parallelepipeden von Blei besteht, von denen das oberste 4 oder 5 Liespfund schwer, anderthalb Fuß lang, 4 bis 5 Zoll breit und so eingerichtet seyn muß, daß es an einem Ende vermittelst eines Hebels behutsam der Länge nach gelüftet werden kann. Diese Bleigewichte müssen ganz eben, und dicht auf einander gefugt seyn. Beim Schleifen streicht man feinen, mit Baumöl angeriebenen Schmirgel zwischen beide Gewichte, befestiget jedesmal eine Feder an ihrem einen Ende in einem Feilkloben, den man mit der rechten Hand hält, hebt das obere Bleigewicht mit der linken Hand durch einen Druck auf der Handhabe des Hebels in die Höhe, steckt die Feder hinein, läßt das Bleigewicht wieder niederfallen und zieht die Feder heraus. Dieses Hineinstecken und Herausziehen wiederholt man so lange, bis jede Feder

Feder von allen Biegungen, Beulen und Unebenheiten völlig geebnet ist, wobei sie zugleich am hintern Ende, welches am längsten gezogen und daher am mehrsten abgeschliffen wird, etwas dünner werden muß. — Nach dieser mühsamen, aber sehr nothwendigen Arbeit, wird jede Feder einzeln gerichtet und an den Enden mit einer feinen Polirfeile abgerundet. Alsdann trocknet man sie mit einem weichen Lederlappen und fein geriebenem Blutstein rein ab, und nun ist sie bis zum dritten Anlaufen fertig, welches wieder auf demselben Stück Eisen über dem Feuerfaß und zwar auf die Art geschehen muß, daß jede Feder einzeln über das heiße Eisen gehalten wird, damit sie zuerst an dem dünnen Ende mit hochblauer Farbe anläuft, worauf man dann nach und nach zum anderen Ende fortschreitet bis die ganze Feder endlich überall mit gleicher Farbe angelaufen ist. Zuletzt muß man das dickere Ende, welches im Feilkloben befestiget war, an einer Lichtflamme so stark anlaufen lassen, daß die Härtung bis zur Länge eines halben Zolles verloren geht, worauf man es etwas einbiegt, und mit einer Feile ein Loch einschneidet. In dieses Loch steckt man dann einen Stift, oder eine Spindel, die an einer kleinen Winde befindlich ist, welche man sorgfältig umdreht, um die Feder spiralförmig aufzuwickeln. Diese Spirale muß ganz gleichförmig bleiben, wenn man die Feder wieder los läßt. — Eine gute Feder muß, wenn man sie durch die Finger zieht, weder Biegungen, noch Unebenheiten, noch wellenförmige Stellen zeigen, und jeder Gewindkreis des Schneckenhauses muß von dem anderen gleich weit abstehen, ohne sich an irgend einer Stelle unter einander zu berühren. Außerdem muß eine ausgezogene Feder, sobald man sie losläßt, sogleich wieder die vorige Form annehmen oder zurückspringen.

So viel Genauigkeit und so viele Handgriffe erfordern die feineren Federn, zu deren Anfertigung noch

meh

mehrere Uebung und Kenntniß der Werkzeuge nöthig sind, als sich in einer so kurzen Beschreibung, die blos beispielsweise gegeben ist, andeuten läßt. Die gröberen Federn in den Pendeluhren, die mehr Gewicht zu tragen haben, und die wegen der unsanfteren Behandlung dicker seyn müssen, lassen sich am besten aus gutem gegerbten Schmelzstahl anfertigen, der mehr zähe und stark als straff ist, wie man dies bei den feineren Federn verlangt. Die Bearbeitung dieser gröberen Federn läßt sich durch ein gutes Walzwerk sehr erleichtern; man muß sie aber nachher durch kaltes Hämmern richten, damit sie die gehörige Dichtigkeit erhalten. — Eben so werden auch die feineren Sägeblätter angefertiget und gehärtet, nur muß man dabei berücksichtigen, daß sie gegen die eine Seite dünner als gegen die andere abgeschliffen werden müssen.

§. 32. Von der Verfertigung der Klingen.

Zum Beschluß dieser Abtheilung will ich als ein Beispiel von dem Nutzen der Federkraft des Stahls, der Anfertigung der Degen- und Säbelklingen erwähnen. Diese Waffen erfordern die stärksten Proben von der Stärke, Härte und Elasticität des Stahls. Man kann indeß alle diese drei Eigenschaften im höchsten Grade der Vollkommenheit, bei einer und derselben Klinge nicht verlangen. Ist Stärke das Haupterforderniß, so muß die Klinge etwas dicker gemacht, oder ihre beiden flachen Seiten müssen mit starken erhabenen Rücken versehen werden und dadurch kommt ihre Länge in ein Mißverhältniß zur Dicke, so daß man sie unmöglich so stark biegen kann, als eine dünne Galanterieklinge. Einen hohen Grad von Härte kann man nur bei kurzen Hirschfängern oder Jagdmessern verlangen, mit denen man Eisen und ungehärteten Stahl durchhauen kann, die sich aber, ohne zu brechen, nicht so stark als dünne Klingen biegen lassen. Die Kunst besteht also in

in der Kenntniß, diese drei Eigenschaften, nach den Umständen, so viel als möglich mit einander zu vereinigen.

Die spanischen Stoßdegen sind wegen ihrer ungewöhnlichen Länge, Leichtigkeit und ihres guten Verhältnisses bekannt; die türkischen Säbel stehen besonders wegen des damascirten Stahls, der dazu genommen wird, in Ansehen; zu Sohlingen in Westphalen werden aber alle Arten von Klingen, fast für die ganze Welt gemacht, weil sie, sowohl wegen ihrer Güte als auch wegen ihrer Wohlfeilheit für die besten gehalten werden. Die sogenannten **Wolfsklingen**, von dem Meister J. **Wolf**, mit einem eingeeтzten Löwen bezeichnet, sind wegen ihrer außerordentlichen Elasticität berühmt, indem man die Klingen über den dritten Theil ihrer Länge zusammenbiegen kann, worauf sie sogleich wieder gerade springen. Die Elasticität dieser Klingen rührt theils von der Güte des Stahls und von der Geschicklichkeit des Meisters, theils aber auch daher, daß die flachen Seiten ganz gerade, nur etwas convex, aber durchaus ohne Rücken gearbeitet sind, und daß die Klinge, von der Paradirung bis zur Spitze, dünne und wohl proportionirt abgeschliffen ist. Die Commisklingen der schwedischen Kronlieferanten müssen die Probe ausstehen können, daß sie auf ein drittel ihrer Länge gebogen werden und beim Zurückspringen weder Lähmungen, Krümmungen noch Brüche erhalten. Die Stärke des Stahls prüft man durch einen starken Hieb über einen Birkenstock, den die Klingen, ohne schadhaft zu werden, aushalten müssen, wenn sie als tauglich anerkannt werden sollen.

Soll eine Klingenfabrik einträglich seyn, so muß sie sich folgender Vorzüge erfreuen können:

1) Hinreichende Steinkohlen und guter Gerbstahl, dem Steyermärkischen Stahl gleich, werden nothwendig erfordert. Das Gerben des Stahls muß durchaus bei

bei Steinkohlen geschehen, weil der Stahl durch einen geschickten Schmidt bei Steinkohlen besser und dichter als bei Holzkohlen geschweißt werden kann. Zum Ausschmieden der Klingen muß man leichte Hämmer nehmen, um das Reißen des Stahls zu vermeiden.

2) Die Fabrik muß durch mehrjährige Fabrikation und Debit in den Zustand gekommen seyn, daß die Klingen mit Vortheil durch die Hände mehrerer Arbeiter gehen können. So müssen z. B. die sogenannten **Schwerdtmassen**, oder die rohen Klingen von ganz besonderen Schmieden, die darin ganz eingeübt sind, nach dem vorgeschriebenen Maaß und Gewicht, unter dem Kneifhammer abgeschmiedet werden.

3) Andere Meister müssen nur allein mit dem Ausschmieden der Klingen unter den Handhämmern beschäftiget werden.

4) Man muß unter mehreren Schleifern und Schleifvorrichtungen die Auswahl haben.

5) Das Härten, als eine der schwierigsten Arbeiten, muß von besondern Meistern verrichtet werden.

Nur dadurch, aber nicht in solchen Fabriken, in denen die Arbeiter **alle** vorkommenden Arbeiten verrichten und sich mit **allen** Handgriffen bekannt machen müssen, kann man Fertigkeit und Uebung von den Arbeitern erwarten. Auch werden sich die Klingenschmiede nur bei jener Einrichtung um die Güte, Härte und Brauchbarkeit ihrer Werkzeuge, worauf so viel ankommt, bekümmern.

Der Stahl zu den Klingen muß rein und von allen Eisensträngen frei, auch gut gegerbt, ferner im höchsten Grade dicht, stark geschweißt und von allen Unreinigkeiten und Ritzen frei seyn. — Beim Gerben muß der Stahl nicht mit Eisen umwickelt werden, welches bei vielen anderen Stahlarten wohl statt findet. Durch das Gerben soll der Stahl eigentlich mehr Zähigkeit erhalten, ohne daß er an seiner Härte verliert; die Zä-

higkeit wird zwar durch das Einlegen des Eisens mitten in den Stahl, welches bei einigen Klingen gebräuchlich ist, vermehrt, allein der Stahl verliert dadurch auch wieder viel von seiner Springkraft, und krümmt sich bei starken Schlägen, oder wird lahm. — Dergleichen Stahl ist daher wohl bei Brodmessern u. s. f. oder bei Klingen die leicht ausgebrochen werden können, anwendbar, so wie sich auch der mit Eisensträngen gemengte Stahl zu groben Schlagfedern in den Flintenschlössern, zu Ladestöcken, Bogen, Wagenfedern, Tischgabeln u. s. f. sehr gut gebrauchen läßt; allein zu Degen- und Säbel-Klingen, bei denen man eine vollkommene Elasticität verlangt, taugt es nichts. Deshalb läßt sich der Brennstahl zu dieser Art von Federn auch nicht anwenden. Soll er nämlich dem Springen nicht ausgesetzt seyn, so muß man einen Eisenstrang in der Mitte einlegen, und ihn beim Härten so stark anlaufen lassen, daß er wasserfarbig und nicht bloß blau wird, wodurch Härte und Elasticität mehrentheils verloren gehen *).

Der vorzüglichste Kunstgriff, wodurch man die Elasticität und die Feinheit des Stahls befördert, besteht darin, daß man den Klingen beim letzten Schmieden nur eine gelinde braunrothe Hitze giebt, und ihnen die Dichtigkeit durch kaltes Hämmern auf schweren harten Ambößen, mit sehr stark gehärteten Handhämmern ertheilt. — Hiernächst kommt es sehr auf das Härten an, wobei man folgendergestalt verfährt. Die fertig geschmiedeten Klingen werden in einer gewöhnlichen tiefen Schmiedeesse, mit sehr reinen und frischen Birkenkohlen bei einem gelinden, aber gleichförmigen Gebläse, glühend gemacht. Der Härteschmidt muß hierbei seine Auf-

*) Guter Brennstahl aus gutem, ausgesuchtem Stabeisen würde doch wohl ohne Anstand zur Anfertigung der Klingen, besonders der Säbelklingen genommen werden können und Hr. R. geht in seinen Beschuldigungen gegen den Brennstahl offenbar etwas zu weit.

Aufmerksamkeit vorzüglich darauf richten, daß er die Klinge mit vieler Geschicklichkeit und Vorsicht hin und zurückzieht, daß er den gehörigen Hitzgrad schnell zu geben versteht, und daß er eine überall gleichförmige kirschrothe Farbe hervorbringt, so daß keine Stelle eine ungleich rothe Farbe erhält, den innern Kern der Klinge allenfalls ausgenommen, der weniger roth glühen und sich als ein rothbrauner Streif längs der Klinge zeigen kann. Bei dieser Verfahrungsart und bei der schnellen Hitze läßt es sich freilich nicht vermeiden, daß die Schneide nicht etwas stärker als der dickere Theil der Klinge erhitzt werden sollte, und um daher den Hartbrüchen in der Schneide vorzubeugen, muß man sie nach dem Glühen schnell aber gleichförmig durch einen mit Wasser angemachten Brei von feiner Kohlenlösche ziehen, der rechter Hand vom Härtetroge hingestellt wird. Fast in demselben Augenblick muß man die Klinge etwas schief, erst mit der hintern, dem Stichblatte oder der Paradirung zugekehrten, und dann mit der vorderen oder spitzen Hälfte in frisches, kaltes Wasser bringen und gehörig härten. Beim Herausziehen aus dem Wasser muß die Klinge von allem Glühspan frei und überall gleichförmig weiß seyn. — Weil aber bei diesem Verfahren einige kleine Biegungen gar nicht vermieden werden können, muß man die Klinge erst anlaufen lassen und dann richten. Gewöhnlich geschieht dies auf die Art, daß die Klinge über Kohlenfeuer gehalten wird, wobei sie von der Paradirung an, bis zur Hälfte ihrer Länge, mit einer gleichförmigen dunkelblauen Farbe anlaufen muß. Diese hintere Hälfte wird nun im Wasser abgespühlt, um sie mit bloßen Händen anfassen zu können, und die Klinge dann, so weit als die angelaufene Stelle reicht, in einer eisernen im Amboß befindlichen Leere gerade gerichtet, wobei die beiden Schneiden aber vorher ebenfalls durch das vorhin genannte Kohlengestübbe durchgezogen seyn müssen, um eine

eine stärkere Härtung zu behalten. Man fährt nun, während die Klinge noch warm ist, mit dem Anlaufenlassen der anderen Hälfte bis zur Spitze fort, die ebenfalls eine blaue Farbe erhalten muß, und dann, noch warm, auf die eben angeführte Art und durch behutsame Hammerschläge gerichtet und gerade gebogen wird. Wenn die Klingen solchergestalt eine nach der anderen behandelt worden sind, so sind sie bis zum Schleifen fertig. — Die besseren Klingen, welche durch das Schleifen einige Biegungen bekommen haben, und die hernach eine feine Politur erhalten sollen, kommen vom Schleifer wieder zum Härter, der sie zum zweitenmal bis zur röthlichgelben Farbe anlaufen läßt und durch vorsichtiges Biegen richtet, und dann erst werden sie polirt. Schlechtere Commißklingen werden gewöhnlich, ohne Anlaufen bei bloßer Handwärme gerichtet.

Die eigentliche Kunst einer guten Klingenfabrikation hängt also von einem guten, brauchbaren, dichten, gut gegerbten, gleichförmig harten und zähen Stahl; von dem guten, dichten und gleichförmigen Schmieden, ohne Schiefer, Ritzen und Brüche; von dem vorsichtigen und hinlänglichen Glühen beim Härten; von dem gleichförmigen und angemessenen Anlaufen und von dem gleichmäßigen gutproportionirten Schleifen, so wie von mehreren Nebenumständen ab, die ich hier nicht berühren kann. — Zu den Umständen, worauf man beim Härten eines solchen Stahls, der eine feine Schneide und viele Elasticität erhalten soll, besonders seine Aufmerksamkeit richten muß, gehört, daß der Stahl nicht stärker glühend gemacht wird, als seine Härtung es erfordert, daß das Erglühen vor dem Gebläse in einer schnellen Hitze mit guten Birkenkohlen geschieht, daß man das Ansetzen des Glühspans so viel als möglich verhindert, und daß die Randflächen des Stahls einen etwas stärkeren Grad von Hitze als der innere Kern erhalten, weil der letztere dadurch etwas

weni-

weniger hart wird. Hierdurch wird der Zweck erreicht, daß der Stahl stärker und feiner im Bruch bleibt, und nicht die Zähigkeit und Dichtigkeit verliert, die er durch das starke Hämmern erhalten hat. Mehreres hierüber werde ich in der Folge (§. 277) beim Stahl und beim Härteproceß anzuführen Gelegenheit haben. — Auch in Sprengels Handwerke und Künste, 6. Sammlung S. 80 (Ausgabe vom Jahr 1776) findet man etwas hierüber. — Vom Federstahl, Butscherstahl u. s. f. werde ich noch weiter unten, mit Bezugnahme auf dasjenige, was ich schon in meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens und Stahls gesagt habe, etwas anführen.

Dritte Abtheilung.

Von der Wirkung des Magnets auf das Eisen.

§. 33. Ob der Magnet noch andere Körper außer dem Eisen anzieht.

Unter allen Eigenschaften des Eisens ist wohl schwerlich eine allgemeiner bekannt und mehr untersucht worden, als die sehr in die Augen fallende anziehende Kraft, welche der Magnet auf dasselbe äußert. Man hielt alles, was vom Magnet gezogen ward, für Eisen; es sey in metallischer oder erdartiger Gestalt, für sich allein, oder mit anderen Körpern gemengt; und glaubte (welches freilich auch jetzt noch der Fall ist) daß diese Eigenschaft eins der sichersten Kennzeichen sey, wodurch sich das Eisen von den übrigen Metallen unterscheide, und wodurch sich seine Gegenwart auffinden lasse. Weiter unten werde ich indeß zeigen, wie man diese anziehende Kraft auf mehrere Art verbergen oder zerstören kann, so daß man die Regel nicht umkehren und annehmen darf, daß da wo der Magnet nichts anzieht, auch kein Eisen vorhanden sey.

Seit man nach der Entdeckung des Platin fand, daß einige kleine Körner desselben von dem Magnet gezogen wurden, geriethen die Gelehrten in Zweifel, ob man

man jenem Metall diese Eigenschaft ebenfalls zuschreiben müsse? Als sich aber nachher ergab, daß das Platin die Anziehungsfähigkeit durch das Glühen verlor, war man berechtiget den Schluß zu machen, daß diese Eigenschaft zufällig von einer feinen Eisenhaut herrühren müsse, mit welcher sich die kleinen Platinkörner, vermuthlich beim Amalgamiren mit Quecksilber in eisernen Gefäßen, überziehen, und die nachher beim Glühen zur Schlacke gebrannt wird, so daß sie vom Magnet nicht mehr angezogen werden kann; derjenigen Eisen- und Rosttheilchen gar nicht einmal zu gedenken, die entweder lose, oder in fester Verbindung mit dem Platin vorkommen können. — Ich kann daher auch den Aeusserungen des Hn. **Murray**, in einem Schreiben an den Secretair der Königl. Schwed. Akademie der Wissenschaften (im vierten Quartale der Verhandlungen für das Jahr 1775 abgedruckt) durchaus nicht beitreten. Er sagt nämlich: „Ingenhouß hat gefunden, daß „ein großer Theil der Platinkörner nicht allein vom „Magnet angezogen wird, sondern selbst magnetische „Eigenschaften besitzt, und zwei vollkommene Pole „zeigt, wenn man sie auf ein ruhig-stehendes Wasser „legt. Merkwürdig ist es, daß einige Körner, die „eine gelbe Farbe und ein blankes äußeres Ansehen ha„ben, so wie auch die grau gefärbten Körner mit „schrumpflicher Oberfläche, wirkliches Gold sind, und „selbst durch öfteres Abtreiben mit Blei, ihren Magne„tismus und ihre ordentlichen Pole behalten. Einige „weiße Platinschuppen sollen sich nicht so, wie die erst„genannten Körner, vor dem Blaserohr schmelzen las„sen, aber durch elektrisches Feuer werden sie mit der „merkwürdigen Erscheinung zum Schmelzen gebracht, „daß der Magnetismus desto stärker wird, je öfterer man „die Schläge wiederholt; so daß sie zuletzt wie Eisenfeil„späne durch die allergeringste magnetische Wirkung in „Bewegung gesetzt werden und an einander hängen.

„Durch

„Durch die Einwirkung des Feuers soll aber aller Mag„netismus verloren gehen.“ Den Versuchen will ich zwar nicht widersprechen, allein mit den Folgerungen kann ich nicht einverstanden seyn. Ein Chemiker äußerte neulich: Das Schmelzen der Platinkörner durch elektrisches Feuer sey wohl ein Schreibfehler; übrigens erklärt er den Zusammenhang der Sache auf die Weise: daß die Platinkörner, welche so wenig Eisen enthalten, daß sie nicht merklich vom Magnet angezogen werden können, durch die elektrische Kraft selbst magnetisch gemacht würden; diejenigen Körner aber, welche von selbst vom Magnet angezogen werden, durch die Wirkungen des Feuers ihren natürlichen Magetismus verlieren, und unempfindlich würden. *)

Auch dem Zink, wenn er stark gehämmert oder zu Feilspänen gemacht worden ist, hat man die Eigenschaft, vom Magnet angezogen zu werden, zuschreiben wollen. — Ich habe mit vielen Arten von Zink Versuche angestellt, und wirklich aus einer großen Menge von Feilspan von Goslarschem Zink, vermittelst eines starken Magnets viele feine Theilchen herausgezogen, jedoch verhältnißmäßig so wenig, daß es kaum der Aufmerksamkeit werth ist. Als ich diese Theilchen unter dem Mikroskop untersuchte, bemerkte ich deutlich, daß sie zum Theil aus feinem Eisenstaub bestanden, der von dem Gebrauch der neuen Feile herrührte, die zwar sonst ganz rein war, aber gewiß noch viele kleine Glühspantheilchen in den eingehauenen Zähnen enthielt, welche sich beim Feilen jenes zähen und harten Metalles ablößten und mit den Feilspänen vermengten. Zum Theil scheinen die ausgezogenen Theilchen auch wirklich reiner Zink

*) Nach den Erfahrungen der neuern englischen und französischen Chemiker findet man in den rohen Platinkörnern 11 verschiedene Metalle, nämlich Platin, Gold, Silber, Eisen, Kupfer, Chrom, Titan, Iridium, Osmium, Rhodium und Palladium, woraus sich die sehr von einander abweichenden Meinungen der früheren Chemiker über die Eigenschaften und das Verhalten der rohen Platinkörner leicht erklären.

Zink zu seyn, der sich aber durch seine feinen Häkchen leicht an dem Eisenstaub anhängen kann und auf diese Art mit ausgezogen wird. — Es ist indeß eben so möglich als glaublich, daß das Zink, besonders das, welches man zu Goslar beim Verschmelzen der Blei- und Silbererze gewinnt, etwas Eisen enthält, weil es scheint, daß dieses Zink stärker angezogen wird, als das durch die Destillation des Gallmey gewonnene. — Ein Stück ganz hart gehämmertes Goßlarsches Zink zeigte auf eine sonst sehr empfindliche Compaßnadel, durchaus keine Wirkung. Zufällig könnte es aber wohl so eisenhaltiges Zink geben, daß es, gehämmert oder nicht gehämmert, auf die Compaßnadel wirkt; daraus folgt indeß noch durchaus nicht, daß ganz reines Zink diese Eigenschaft ebenfalls besitzt. In der 6. Abtheil. werde ich Gelegenheit haben zu zeigen, daß ein ganz geringer Eisengehalt bei anderen Metallen dieselbe Wirkung hervorbringt. Man vergleiche hiermit §. 36. 4.*)

§. 34. Von den Gesetzen des Magnets.

Die Gesetze welche die magnetische Kraft befolgt, und wie das Eisen zum Magnet wird, oder als ein wirklicher Magnet unter den mannigfaltigsten Abänderungen betrachtet werden kann; haben die Naturforscher von ganz Europa erforscht, untersucht, mit Versuchen erläutert und umständlich beschrieben. Vorzüglich findet man hierüber sehr sonderbare und merkwürdige Versuche und Bemerkungen vom Hn. v. Reaumur in den Pariser Memoiren vom Jahr 1723, und von dem Hn. du Fay in den Jahren 1728, 1730 und 1731.

Die

*) Die Erfahrungen neuerer Physiker haben den Magnetismus des reinen Nickels außer Zweifel gesezt. Höchst wahrscheinlich, aber noch nicht völlig entschieden, ist der Magnetismus des Kobalt: zweifelhafter ist es, ob Mangan und Chromium wirklich Magnetismus besitzen. Hr. John, dem wir eine genauere Kenntniß des Mangan verdanken, läugnet, daß es vom Magnet angezogen werde, behauptet aber, daß schon ein Minimum von Eisen ihm diese Eigenschaft ertheile. (Gehlen's Journ. f. Phys. u. Chemie. B. III. 460.)

Die Abhandlungen des Hn. v. **Muschenbroek** über diesen Gegenstand sind ebenfalls reich an Versuchen und tiefsinnigen Bemerkungen. Man findet indeß so wenig in den angeführten als in allen übrigen Schriften einen zureichenden Aufschluß über die Ursache der magnetischen Kraft und ihrer Eigenschaft, das Eisen anzuziehen und nach Norden zu zeigen, weshalb man sich mit bloßen Vermuthungen begnügen muß. *) Wenn man weiß, daß das Eisen selbst ein Magnet ist, und daß die Magnetsteine nichts weiter als reiche Eisenerze sind, so wird man sich nicht mehr wundern, daß sie sich einander anziehen **). Es ist indeß hier nicht der Ort mehr, als einige auf Versuchen begründete Wirkungen des Magnets und des Eisens gegen einander, die entweder eine Anwendung für den Künstler gestatten, oder zur Ausmittelung der Eigenschaften und Bestandtheile des Eisens dienen können, anzuführen.

Zuvor muß ich bemerken, daß nicht alle Arten von Eisen gleich stark vom Magnet gezogen werden. Hr. du Fay hat schon im Jahre 1730 bemerkt:

1) daß weiches Eisen am stärksten vom Magnet angezogen wird und beim Streichen die magnetische Kraft im höchsten Grade annimmt, daß es aber diese Eigen-

*) Ueber die Gesetze des Magnetismus haben die Untersuchungen von Cavallo (Abhandl. der Lehre vom Magnet. a. dem Engl. Leipzig 1788.) und Coulomb (Abhandl. über d. Magnetismus, a. d. Franz. in Gren's N. Journ. d. Phys. II. 298.) große Aufschlüsse und Belehrungen gegeben. Die Erforschung der Ursache des Magnetismus bleibt den Naturphilosophen überlassen, weil sie kein Gegenstand der Empirie seyn kann.

**) Es ist nicht überflüssig hier zu bemerken, daß die magnetischen Körper, d. h., solche Körper, die das Eisen anziehen und vom Magnet angezogen werden, in den mehrsten Fällen auch Polarität besitzen, d. h., zwei Pole zeigen, durch welche die gleichnamigen und ungleichnamigen Pole der Magnetnadel, welche man in ihren Wirkungskreis bringt, abgestoßen und angezogen werden. Es giebt aber auch magnetische Eisensteine, die Eisen anziehen und vom Magnet angezogen werden, aber keine Polarität besitzen; und endlich giebt es Körper, die das Eisen gar nicht anziehen und vom Magnet nicht angezogen werden, aber eine starke Polarität zeigen.

Eigenschaften auch am schnellsten wieder verliert und nicht in so großer Entfernung als die folgenden Arten auf die Compaßnadel wirkt.

2) Ungehärteter Stahl wird nicht so stark von der Magnetnadel gezogen; durch Streichen wird er aber stärker magnetisch, und zieht daher auch in einer größeren Entfernung.

3) Gehärteter Stahl wird noch weniger als ungehärteter angezogen, allein er behält seine magnetische Kraft am längsten, und wirkt in der weitesten Entfernung auf die Compaßnadel *).

4) Roheisen wird weniger als alle die eben genannten drei Eisenarten angezogen, und ist auch am wenigsten dazu geneigt magnetische Kraft anzunehmen; doch finden dabei, nach der verschiedenen Beschaffenheit des Roheisens, auch sehr verschiedene Grade statt. — In der Regel wird das weiße, grelle Roheisen (besonders wenn die Eisenerze etwas zum Rothbruch geneigt waren) stärker, als das grobkörnige, dunkelgraue und gaare Roheisen angezogen. Eine allgemeine Regel läßt sich indeß deshalb nicht geben, weil die weiße Farbe des Roheisens von sehr verschiedenen Ursachen herrühren kann. **).

Als

*) Hr. Torelli de Narci (Journal des mines Nro. 77 p. 355 — 362) hat einige recht interessante Versuche angestellt, um das verschiedene Verhalten des Stabeisens und Stahls in Rücksicht ihres Magnetismus auszumitteln. Er ist zuletzt dahin gekommen, das Stabeisen vom Stahl augenblicklich durch die Magnetnadel zu unterscheiden. Die eisernen Stäbe erhalten nämlich, wenn sie mit dem Horizont einen Winkel machen, oder aufwärts gestellt sind und nicht liegen, Polarität, welche durch das Liegen in horizontaler Richtung wieder vernichtet wird. Stäbe aus Stabeisen zeigten diese Polarität sogleich, verloren sie aber augenblicklich, wenn man sie in horizontaler Richtung gegen die Magnetnadel hielt. Die Stahlstäbe hingegen erhielten diese Polarität nicht so bald, sondern die Magnetnadel ward oben und unten gleich stark angezogen; wenn ihnen aber endlich durch langes Stehen Polarität mitgetheilt war, so äußerten sie dieselbe auch dann noch deutlich und ungeschwächt, wenn man sie in horizontaler Richtung der Nadel näherte.

**) Es scheint indeß nach neueren, besonders nach Hatchett's Erfahrungen (Neues allgem. Journ. der Chemie B. VI. S. 337 u.

Als einen Beweis davon will ich nur das weiße Roheisen anführen, welches in Daleland aus braunsteinhaltigen Eisenerzen geschmolzen wird. Dies Eisen fällt zum Theil ganz dicht aus, wie Glockenmetall; theils ist es strahlig, fast wie Spiesglanz und weicher als gewöhnlich unter dem Hammer. Beide Sorten werden vom Magnet garnicht merklich angezogen; denn wenn sie zerpulvert sind, findet man, daß sich der magnetischen Stahlspitze nur kleine Körnchen anhängen. Wenn man eben dieses Roheisen aber eine ziemliche Zeit lang einer starken Weißglühhitze aussetzt, und den entstandenen Glühspan abschlägt, so nimmt die Eigenschaft, vom Magnet angezogen zu werden so zu, daß es dem geschmeidigen Eisen darin gleich kommt. — Hierdurch sollte man wohl auf die Vermuthung kommen, daß ein eingemischtes eigenes Metall, nämlich der Braunstein, die Wirkung des Magnets hindere; dann bleibt es aber doch immer auffallend, wie diese Kraft durch das bloße Glühen im offenen Kohlenfeuer verstärkt werden kann, indem das Metall dadurch doch keine Veränderung weiter erleidet, als daß ein ansehnlicher Theil von dem Brennbaren fortgeht. Dürfte man daraus wohl den Schluß ziehen, daß der Braunstein sehr viel brennbare Materie enthält, die sich im Uebermaaß mit dem Eisen verbindet, und die Wirkung des Magnets verhindert? Weiter unten (§. 155) werde ich wieder darauf zurückkommen *). Ich habe auch graues oder gaares Roheisen gefunden, welches in dünnen Stangen gegossen und dann rein geschliffen, durch Bestreichen mit dem Magnet eine magnetische Kraft, fast

f.) sehr wahrscheinlich zu seyn, daß das graue Roheisen eine stärkere Polarität äußert, als das weiße, zu welchem lezteren es sich in dieser Rücksicht ungefehr wie Stahl zu Stabeisen verhalten würde.

*) Daß der Braunstein, oder das Mangan, wenn es auch selbst nicht magnetisch seyn sollte, dem Magnetismus des Eisens in keinem Verhältniß hinderlich ist, haben alle Erfahrungen hinlänglich erwiesen. Die Beobachtung des Hn. R. ist aber sehr

fast wie geschmeidiges Eisen erhielt, und auch eben so lange wie dieses magnetisch blieb. Mehrere Versuche werden hierüber indeß noch erst gründlichere Aufschlüsse geben müssen.

Unter den weichen Eisenarten scheint dasjenige, welches etwas rothbrüchig ist, am stärksten vom Magnet angezogen zu werden. — Aus diesem Umstand geht hervor, daß man zur Einfassung des Magnetsteins nothwendig das weichste Eisen was man nur bekommen kann, auswählen muß, weil es die magnetische Kraft am mehrsten zu sammeln vermag. Die feinen Stahlarten dagegen, welche die magnetische Kraft am schwersten annehmen, aber am längsten behalten, müssen zu Compaßnadeln und zu künstlichen Magneten ausgesucht werden. — Man hat sehr viele Versuche angestellt, um unter den verschiedenen Stahlarten einen Unterschied in Rücksicht ihrer Fähigkeit, längere oder kürzere Zeit magnetisch zu bleiben, aufzufinden. Aus meinen eigenen Versuchen kann ich abnehmen, daß der Gerbstahl die magnetische Kraft am stärksten annimmt, oder zum vollkommensten Magnet wird, nur muß er nicht von der härtesten Art seyn. Unter allen Sorten Gerbstahl, die ich zu versuchen Gelegenheit hatte, habe ich besonders den, von dem Stahlwerk Skißhütte, im Norrbergker Kirchsprengel, am mehrsten zur Annahme der magnetischen Kraft geeignet gefunden. — Von den Brennstahlarten zeigt sich dagegen der aus Dannemorer Eisen nicht zu hart gebrannte und bei einem gelinden Hitzgrade gehärtete Stahl am anwendbarsten. Auch von dem englischen Stahl ist es bekannt, daß er zu diesem Zweck sehr brauchbar ist *).

Es

wichtig und scheint auf eine Verbindung des Roheisens mit Substanzen hinzudeuten, welche, so lange sie sich mit dem Eisen im metallischen Zustande befinden, der Wirkung des Magnets hinderlich sind. Durch die Oxydation würde dann eine Abscheidung der Eisentheilchen veranlaßt und der Magnet erhält eine ungehinderte Wirkung auf das Oxyd.

*) Die Untersuchungen des Hrn. Karchert (vorletzte Anm.) und meh-

Es scheint, daß Eisen und Stahl die magnetische Kraft noch stärker anzunehmen im Stande sind, wenn sie vorher zu Drath gezogen, besonders aber wenn sie nachher noch kalt gehämmert worden sind. Alles was eine größere Federkraft des Stahls befördert, scheint auch zur Verstärkung des Magnetismus beizutragen. Deshalb sind die Uhrfedern zur Anfertigung von Compaßnadeln ganz vorzüglich brauchbar. Gewöhnliche Seecompasse macht man aus zwei eisernen, kalt gehämmerten Dräthen, die an beiden Enden zusammengebogen sind, dann mit einem Magnet bestrichen, und unter einer leichten Pappscheibe oder dergleichen befestiget werden. — Die Erfahrung lehrt ferner, daß aller Stahl, der zu künstlichen Magnetstäben verarbeitet werden soll, bei der letzten Bearbeitung, oder wenn er beinah die erforderliche Stärke hat, nicht mehr geschweißt, und in starker Hitze geschmiedet werden darf; weshalb man, ehe man ihn in die Arbeit nimmt, darauf sehen muß, daß er vollkommen dicht und ohne alle Ritzen und Sprünge ist. Stahl, der zu Magnetstäben vorzüglich gute Dienste leisten soll, muß zu runden Stäben, $\frac{3}{4}$ bis $\frac{5}{8}$ Zoll im Durchmesser ausgeschmiedet, dann geglüht und, so stark als der Stahl es ohne zu brechen

nur

rerer anderer Physiker, machen es überhaupt zweifelhaft, ob das absolut reine Stabeisen (wenn es ein solches giebt) die Eigenschaft, Polarität zu zeigen besitzt, und ob dazu nicht überall ein Gehalt von Sauerstoff, Kohlenstoff, Schwefel oder Phosphor eine nothwendige Bedingung ist. Alle die genannten Substanzen theilen dem Eisen, in gewissen Verhältnissen, die Eigenschaft mit, den Magnetismus stärker an sich zu halten. Die bestimmten Verhältnisse, bei denen das Eisen, in Verbindung mit ihnen, das Maximum seiner magnetischen Kraft erreicht, sind aber eben so wenig bis jetzt aufgefunden, als die Verhältnisse, bei denen alle magnetische Wirkung nach und nach geschwächt wird und zuletzt gänzlich aufhört und zerstört wird. Beim Schwefel setzt Hr. Hatchett das Verhältniß des gewöhnlichen Schwefelkieses von 45,5 oder 46 Procent fest, von wo an alle Empfänglichkeit des Eisens für Magnetismus vernichtet seyn soll. Es ist daher mit Hrn. Hatchett zu wünschen, daß die Verbindungen des Eisens mit allen jenen Substanzen, in ihren verschiedenartigsten Verhältnissen, in Rücksicht ihrer magnetischen Eigenschaften noch näher geprüft werden mögten.

nur aushalten will, wie eine Schraube umgedreht werden. Dieses Umdrehen, welches eine Art von Damasciren für das Gefüge des Stahls ist, kann man mehrere male wiederholen, und zwar stellenweise, indem man den Stab jedesmal nur bis zu einer solchen Länge, die sich mit einem mal umdrehen läßt, erhitzt. Die auf diese Art gedrehte Stange wird nun platt geschmiedet und in Längen, die gewöhnlich zu den Magnetstangen erfordert werden, abgetheilt. Solchen Magnetstangen giebt man dann eine gewöhnliche Oberflächenhärtung mit Härtepulvern von Ruß, gebranntem Horn und Salpeter, wie ich weiter unten (§. 280) zeigen werde. Daß die Stäbe aber vorher genau geschliffen und polirt seyn müssen, versteht sich von selbst. Der auf diese Art damascirte Stahl zieht sich in der Regel beim Härten nicht so schief als der gewöhnliche Stahl.

§. 35. Mittel zur Erregung der magnetischen Kraft.

Daß das Eisen wahrscheinlich der einzige Körper ist, welcher vom Magnet gezogen wird, und daß es selbst das Vermögen besitzt alle Eigenschaften eines wirklichen Magnets anzunehmen, nämlich Eisen anzuziehen und Polarität zu zeigen, habe ich schon erwähnt. Indeß zeigt sich diese magnetische Kraft im Eisen nur dann deutlich und in die Augen fallend, wenn sie durch zweckmäßige Mittel erregt wird. Die oben genannten Schriftsteller und auch mehrere neuere Naturforscher haben durch sorgfältige Versuche sehr merkwürdige Entdeckungen gemacht, von denen ich einige, die vielleicht einen Aufschluß über die Eigenschaften des Eisens geben können, mittheilen werde. Das Eisen wird zum Magnet:

1) Wenn eine Stange einige Zeit lang senkrecht aufgestellt, besonders wenn das obere Ende derselben mit derjenigen Neigung, welche mit der Inclination des Compasses für jeden Ort correspondirt, also innerhalb

halb 45 Graden, nach Norden gerichtet wird *). Aus diesem Grunde werden alle eiserne Geräthschaften, Feuergabeln, Zangen u. s. f. die gewöhnlich bei den Feuerungsstätten angelehnt stehen, magnetisch. Das obere Ende wird dann immer der Süd- und das untere der Nordpol. Dies wird durch die von den Schriftstellern häufig angeführten Beispiele von den eisernen Thurmkreuzen von Chartres und Notre Dame zu Paris und zu Achen, welche bloß durch das lange senkrechte Stehen in der freien Luft zu starken Magneten geworden sind, hinlänglich bestätiget.

2) Durch Schleifen und Reiben auf einem rauhen und stark angreifenden Sandstein. Man sieht dies täglich an den Messern, die ohne alle weitere Zubereitung, nach Beschaffenheit des Stahls woraus sie gemacht sind, mehr oder weniger Stäubchen von Eisenfeilspänen, besonders an der gehärteten und geschliffenen Schneide an sich ziehen.

3) Durch starkes Hämmern und durch starke Benutzung, welches man bei mehreren Werkzeugen, Meisseln, Pocheisen, Keilen, Keilhauen u. s. f. deutlich sehen kann. Am stärksten magnetisch werden die Werkzeuge, welche man gegen die härtesten Körper abnutzt, z. B. bei den Arbeiten auf das Gestein und besonders wenn Eisen gegen Stahl wirkt **).

4) Durch Biegen, wovon man sich überzeugt, wenn man einen dünnen Eisenzain, oder einen groben Eisen-

*) Hr. Torelli de Narci will bemerkt haben, daß sich der Magnetismus oder die Polarität eines Stabes schon dann zu äußern anfängt, wenn er einen Winkel von wenigstens 20 Graden mit der Horizontale macht, daß sich unter einem Winkel von 70 bis 80 Graden das Maximum der Wirkung zeigt und daß sich dieselbe durch einen noch größeren Winkel bis zu 90 Graden, oder bis zur völlig senkrechten Stellung nicht mehr bedeutend zu vergrößern scheint. — Es ist indeß wahrscheinlich, daß der Winkel, unter welchem sich das Maximum der Wirkung äußert, von der geographischen Breite eines jeden Ortes abhängt.

**) Die Bohrer beim Bohren eiserner Kanonen werden beständig magnetisch.

Eisendrath so lange hin und her biegt, bis er endlich abbricht. Die Enden des Draths ziehen dann etwas Feilspan, nach den Gesetzen und unter den Abänderungen an, welche vorzüglich Hr. v. Reaumür in den Pariser Memoiren für das Jahr 1723 sehr schön auseinandergesetzt hat.

5) Durch langsames und starkes Reiben des Eisens oder Stahls gegen einander. Dies ist besonders bei alten Feilen sehr merklich, die nach langer Benuzzung zuweilen sehr stark magnetisch werden, und nicht allein Feilspan, sondern auch größere Eisenstücken anzuziehen im Stande sind. — Hr. Knight in England hat im Jahr 1740 auf diese Art, mit Zugrundelegung verschiedener Regeln und unter Befolgung einer gewissen Ordnung, kleine Eisenstäbe, von 1 bis 3 Loth schwer, zu so starken Magneten gemacht, daß sie über das Zwanzigfache ihres eigenen Gewichts anzuziehen vermogten. Hr. Canton in England setzte diese Versuche im Jahr 1751 fort, von denen man eine Beschreibung in den Transaktionen findet, die auch ins Französische und Schwedische übersetzt worden ist *). Aus dieser Beschreibung geht das Verfahren bei der Anfertigung des Magnets, der jetzt unter dem Namen des Stahlmagnets allgemein bekannt und eingeführt ist, und der eine viel größere Stärke als unsere besten Magnetsteine besitzt, auch vollkommen wie die letzteren gebraucht werden kann, deutlich hervor. Das vorzüglichste über diesen Gegenstand ist in Branders Disp. de magnetismo artificiali, die 1752 unter Hr. Klingenstjerna's Vorsitz zu Upsala erschien, enthalten.

6) Durch die Verwandlung des Eisens in Rost, in offener freier Luft, und durch das Zusammenbacken des Rostes zu einem dichten, steinartigen Eisenerz. Wenn das Eisen nämlich mehrere Jahre liegt und sich in Rost verwandelt, erhält dieser zusammengesinterte Rost

*) Deutsch im Hamburger Magazin. B. 8. S. 339.

Rost magnetische Kraft. — In den Schriften der Pariser Akademie für das Jahr 1731 ist eines verrosteten Stückes Eisen, welches in dem Glockenthurm zu Marseille gefunden worden ist, erwähnt, welches ganz vorzüglich als ein Beispiel des eben Gesagten angeführt zu werden verdient. Eben solchen, wenn gleich nicht so starken Magnet, habe ich auch an einem groben Ankereisen von 1 Zoll dick und 2 Zoll breit gefunden, der über 80 Jahre in einer Hohenofenmauer gelegen hatte und in dieser sehr zerrissenen Mauer ganz von Rost zerfressen war. Der Rost hatte das Ansehen einer harten, glänzenden, zusammengesinterten Masse, wozu die aus dem Ofen strömende Wärme wohl viel beigetragen haben mogte. — Merkwürdig ist es, daß der Rost, welcher die Kraft eines magnetischen Eisens zerstört, mit der Zeit selbst zum Magnet wird.

7) Auch durch gelindes Streichen und Ziehen auf einem Magnetstein oder auf einem künstlichen Magnet, erhält alles Eisen und Stahl magnetische Kräfte, besonders wenn man dabei gewisse Regeln, die jetzt schon so allgemein bekannt sind, daß ich derselben hier nicht erst erwähnen darf, nicht außer Acht läßt.

8) Nach den Entdeckungen neuerer Physiker, soll das Eisen durch elektrische Schläge sehr magnetisch werden, so daß diese beiden geheimen Kräfte wahrscheinlich mit einander in genauer Verbindung stehen, worüber man hoffentlich mit der Zeit mehr Aufschluß erhalten wird.

Ueber die Bereitung künstlicher Magnete empfehle ich besonders die Abhandlung von Geuns, welche 1769 zu Cölln herausgekommen ist, worin man den ganzen Proceß mit allen Verbesserungen sehr umständlich beschrieben findet. Hierin findet man auch, wie man Magnete von ganz verschiedener Beschaffenheit machen, wie man die Pole der Magnete verändern kann u. s. f. Aus diesem Werk werde ich weiter unten (§. 42) einen Auszug

zug, die Anfertigung der Stahlmagneten betreffend, mittheilen.

§. 36. Wodurch die Eigenschaft des Eisens, vom Magnet gezogen zu werden, zerstört wird.

Wenn das Eisen auch die Eigenschaft, vom Magnet angezogen zu werden verloren hat, so läßt es sich doch ohne anderweitige Zubereitung noch in einen Magnet verwandeln, oder man kann demselben noch die Eigenschaft, Eisen an sich zu ziehen, mittheilen. Dieser Satz ist aber nicht umgekehrt gültig, weil das Eisen schon durch die bloße Abänderung seiner Gestalt, das Vermögen, Magnetismus zu äußern, nämlich Polarität zu zeigen und Eisen anzuziehen, verlieren kann.— Dies ist besonders der Fall, wenn das Eisen die Gestalt eines Ringes oder einer Kugel erhält, indem es dann zwar von allen Magneten vollkommen angezogen wird, aber durch das Bestreichen, oder durch die gewöhnlichen Mittel nur sehr geringe magnetische Kräfte zeigt *). — Durch das geringste Glühen, und wenn das Eisen in Feilspan verwandelt wird, verschwindet der Magnetismus gänzlich; so wie auch der Magnetstein seine Kraft verliert, wenn er zu Pulver gestoßen wird, obgleich ein anderer Magnet ihn dann noch anzieht. Wie ein künstlicher Magnet noch auf viele andere Arten, ohne durch die Wirkungen des Feuers, seinen Magnetismus verlieren kann, darüber findet man in der oben genannten Abhandlung des Hn. Geuns nähere Auskunft.

Hier will ich nur bemerklich machen, wie das Eisen die Eigenschaft vom Magnet angezogen zu werden verlieren kann. Im Allgemeinen geschieht dies durch alle

*) Bei einer runden oder Kugelgestalt müssen die Aeußerungen des Magnetismns deshalb verloren gehen, weil sich keine bestimmten Pole bilden können. Beim Feilspan aber und beim zerpulverten Eisen fließen die Pole zu sehr in in einander, als daß ihre Wirkung den Sinnen bemerkbar werden könnte.

alle Processe, wodurch der Brennstoff des Eisens zerstört oder zerstreut wird. Die Eisenerden behalten hingegen diese Eigenschaft, so lange sie mit einer gewissen Menge von Phlogiston verbunden sind, wie aus folgenden Bemerkungen näher hervorgeht.

1) Eine gleichförmige Glühhitze, oder die Kalcination unter dem Zutritt der Luft, ist ein sehr wirksames Mittel. Das Eisen verliert dadurch nach und nach sein brennbares Wesen, wird zersetzt und verwandelt sich zuerst in einen schwarzen glasartigen Glühspan oder in Schlacke, die aber in diesem Farbenzustande noch so viel Phlogiston behält, daß sie ziemlich stark vom Magnet angezogen wird. Setzt man aber die Kalcination länger fort, so verwandelt sich die schwarze Farbe der Schlacke in Violett, dann in Rothbraun und endlich in Roth, wodurch immer mehr und mehr Phlogiston und mit ihm die Eigenschaft des Eisens, vom Magnet gezogen zu werden, verloren geht. — Dies kann man besonders bei dem Eisen sehen, welches in den Thüren der Glühöfen lange Zeit der braunrothen Glühhitze ausgesetzt gewesen ist. — Es verwandelt sich dabei nach und nach in einen pulverartigen Ocker, der sehr lange Zeit eine schwarze Farbe behält, und durch die vorhin genannten Grade beim Glühen endlich in eine rothe Farbe übergeht. — Untersucht man diesen Ocker mit dem Magnet, so wird man finden, daß der schwarze ziemlich stark, der violette weniger, der rothbraune noch weniger, und der ganz rothe, welcher der größten Hitze unter dem Zutritt der Luft ausgesetzt gewesen ist, gar nicht mehr vom Magnet angezogen wird *). Eben so verliert auch aller Eisenfeilspan die Eigenschaft vom Magnet gezogen zu werden, wenn man ihn im offenen Feuer

*) Weil eine geringe Portion von schwarzem Eisenoxyd schon hinreicht das rothe Oxyd dem Magnet folgsam zu machen, so haben mehrere Schriftsteller den Magnetismus des rothen Oxyds behaupten wollen, der sich aber durchaus nicht erweisen läßt.

Feuer allmählig zu einem rothbraunen oder violetten Kalk kalcinirt.

2) Wenn man das Eisen in starken Säuren, in Scheidewasser, Salzsäure, Vitriolsäure u. s. f. auflöst und es entweder durch Verdampfung oder durch Alkali als einen rostfarbigen Kalk niederschlägt, so verliert es ebenfalls sein Phlogiston, und wird nicht mehr vom Magnet gezogen, man mag den Kalk kalciniren oder nicht.

3) Wenn man den Eisenkalk aber durch einen Körper der ihm zugleich etwas Brennbares mittheilt, niederschlägt und den erhaltenen Kalk nachher glüht, so ist er dem Magnet folgsam. Der blaue Niederschlag z. B. den man erhält, wenn man die Auflösung des Eisens in Vitriolsäure unter gehöriger Vorsicht mit Blutlauge zersetzt, welcher gewöhnlich den Namen Berlinerblau führt, wird nach der Kalcination, wobei er eine schwarze Farbe erhält, vom Magnet gezogen. — Wenn man Schwefelleber in eine Auflösung des Eisens in Scheidewasser tröpfelt, so schlägt sich Schwefel und zugleich etwas Eisen zu Boden, und der Niederschlag bildet eine theils weiße, theils graue, weiche und zusammenhängende Masse. Läßt man diesen Niederschlag auf einem Scherben abrösten, und den Schwefel verbrennen, so bleibt der Eisenkalk als ein schwarzbraunes Pulver zurück, welches so stark als reine Eisenfeile vom Magnet gezogen wird. Es ist indeß wohl zu merken, daß alle diese durch Auflösung entstandenen Kalke, die durch gelindes Glühen die Eigenschaft vom Magnet gezogen zu werden, erhalten, dieselbe wieder verlieren, wenn die Kalcination länger fortgesetzt wird *).

4) Daß

*) Nach Hrn. Buchholz merkwürdigen Versuchen (Journ. f. Phys. u. Chemie B. III. S. 696 — 727.) bleibt das vollkommene Eisenoxyd zwar in der anhaltendsten Rothglühhitze unverändert, in der Weißglühhitze wird es aber zum Theil und zuletzt gänzlich zum unvollkommenen Eisenoxyd zurückgebracht, und kann dann wieder vom Magnet angezogen werden.

4) Daß die oben angeführten Eisenkalke (2) welche man durch den Niederschlag aus den Auflösungen in starken Säuren mit Alkalien erhält, durch das Kalciniren oder Rösten auf einem Scherben im Probierofen, ohne Zusätze, nicht vom Magnet angezogen werden, habe ich bereits gesagt. Wenn das Rösten aber in starker Hitze, mit einem Zusatz von brennbaren Stoffen z. B. von Kohlenstaub geschieht, so werden sie wieder anziehbar.

Der zuerst erwähnte, durch die Kalcination erhaltene adstringirende Eisensafran (1) bekommt aber durch das bloße Rösten mit Kohlenstaub diese Eigenschaft nicht, sobald die Hitze nicht noch mehr verstärkt, und im Windofen oder vor dem Gebläse bis zum Schmelzen, oder wenigstens so weit gebracht wird, daß der Crocus wieder eine schwarze Farbe erhält, da er dann wieder stark angezogen wird. In geringerem Grade ist letzteres der Fall, wenn man ihn in einer noch heftigeren Hitze verschlackt *). — Es geht hieraus hervor, daß solche Eisenkalke mehr oder weniger vom Magnet angezogen werden, je nachdem man sie stärker oder schwächer röstet, oder je nachdem sie Gelegenheit haben, sich beim Niederschlagen, oder nachher, mit mehr oder weniger brennbarem Wesen zu verbinden. Eben dies läßt sich auch auf mehrere Arten von Eisenerzen, die aus solchem Crocus zusammengesetzt zu seyn scheinen, anwenden; z. B. auf die Sumpf- oder Seeerze (§§. 39, 65, g. k.) auf die rothe Kreide, Umbra (§. 189) und auf mehrere Andere, deren ich in der 7. Abtheilung erwähnen werde. — Muschenbroek führt in seiner Abhandlung vom Magnet den Versuch des Robert Boyle mit der rothen Kreide an, welche nach starkem Brennen vom Magnet gezogen ward. Er ist der Meinung, daß Salz, Schwefel und andere Theile durch das Feuer ausgetrie-

*) Das vollkommene Eisenoxyd muß also beim Verschlacken Sauerstoff entbinden und zu Oxydul werden.

getriben und daß das in der rückständigen Masse befindliche Eisen dadurch in den Stand gesetzt würde, die Eigenschaft vom Magnet angezogen zu werden, zu äußern. Aus mehreren in der Folge anzuführenden Versuchen werden wir aber sehen, daß der Eisenkalk in der starken Hitze einige Feuertheilchen an sich zieht, und dadurch wenigstens zum Theil metallisirt wird. Man darf also weder zum Salz, noch zum Schwefel, welche hinderlich seyn und durch Brennen fortgehen sollen, seine Zuflucht nehmen. Solche flüchtige Substanzen würde man wohl schneller durch langsames Glühen im offenen Feuer, wie vorhin beim adstringirenden Eisensafran erwähnt ist, austreiben können. Geschähe dies wirklich, so müßte jener Crocus sehr stark vom Magnet angezogen werden, welches aber, wie wir gesehen haben, nicht eher der Fall ist, als bis man ihn in noch stärkerer Hitze gleichsam koncentrirt. Weiter unten (§. 65 f.) werden wir sehen, daß das Eisen zu kleinen Körnchen reducirt, in metallischer Gestalt gleichsam ausschwitzt, wenn man die rothe Kreide einer langsamen Kalcinationshitze in verdeckten Gefäßen aussetzt. Auch werde ich (§. 39) eines granatartigen Eisenerzes erwähnen, welches durch keine Art von Kalcination für den Magnet anziehbar werden wollte; in stärkerer Hitze aber, als es für sich allein vor dem Blaserohr zu einer schwarzen Glasperle geschmolzen war, ganz und gar und sehr stark vom Magnet gezogen ward. — Hieraus läßt sich schließen, daß die verschiedenen Arten von Eisenkalken verschiedener Grade von Hitze bedürfen, ehe das brennbare Wesen thätig werden, und die Reduktion der Eisentheilchen, ohne welche der Magnet keine Wirkung zu äußern im Stande ist, geschehen kann. — Sehr merkwürdig ist es, daß **Cronstedt** durch das öftere Schmelzen des sogenannten Nickelkönigs mit Schwefel, und durch das Kalciniren und Reduciren zwischen jeder neuen Schmelzung, zuletzt ein eben so strengflüssiges Metall als geschmei-

schmeidiges Eisen erhielt, welches nicht allein eben so stark wie dieses vom Magnet gezogen ward, sondern daß sich die abgeschlagenen geschmeidigen Stücken auch unter einander als wirkliche Magnete anzogen. Es verhielt sich daher durchaus als reines Eisen, welches durch Schmieden ebenfalls magnetisch wird *).

5) Läßt man Eisen durch Schwefel zu einem schwarzbraunen Crocus zerfressen, so wird dieser sehr stark vom Magnet gezogen. Hiervon kann man sich sehr leicht durch die Schlacke überzeugen, die man bei der Bereitung des regulus antimonii martialis erhält. Diese Schlacke besteht aus einer Verbindung von Eisen und Schwefel, die durch den Zusatz des alkalischen Salpeters Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, sich aufbläht, und endlich zu einem schwarzbraunen Pulver zerfällt, welches weit stärker als die Eisenfeilspäne selbst, vom Magnet angezogen wird. — Wenn man Eisenkalk mit vielem Schwefel zu einem Rohstein zusammenschmelzt, so wird dieser zwar etwas weniger gezogen; sobald man aber etwas Schwefel in einer starken Hitze wieder abröstet, und wegtreibt, reducirt sich das Eisen und erhält seine vorige Eigenschaft. In einer gewissen Menge hindert der Schwefel also die magnetische Kraft nicht allein nicht, sondern befördert dieselbe vielmehr durch sein vieles brennbares Wesen, wodurch er das Eisen reducirt oder seine metallischen Eigenschaften beschützt **). — Merkwürdig ist es, daß die mehrsten Magnetsteine, welche ich gesehen habe, rothbrüchige Eisenerze sind, die an der feuchten Luft fast eben so, wie

*) Daß das reine Nickel nicht allein vom Magnet gezogen wird sondern selbst Magnet ist, haben Richter und Ritter in neueren Zeiten gezeigt.

**) Das in der Natur vorkommende Eisen im Minimo mit Schwefel verbunden (Magnetkies) ist ebenfalls magnetisch, obgleich der gewöhnliche Schwefelkies, oder die Verbindung des Eisens mit Schwefel im Maximo, nicht eher als nach Verjagung des Schwefels, wodurch der Kies zu einer Verbindung des Eisens mit Schwefel im Minimo, oder zu einer Art von künstlichem Magnetkies wird, dem Magnet folgsam ist.

wie reines Eisen zu rosten geneigt waren. Dies Erz, obgleich es nicht selbst magnetisch ist, wird doch sehr stark vom Magnet gezogen, welches man auch bei allen denjenigen Eisenerzen sehen kann, die größtentheils aus Hornblende bestehen, viel Schwefelsäure und selten mehr als 15 Procent Eisen enthalten, aber dennoch sehr schnell, sowohl im zerpulverten Zustande, als in ganzen Massen, von der Compaßnadel angezogen werden. Die Erzsucher werden dadurch auch oft irre geführt, wenn sie von einer starken Bewegung der Compaßnadel auf einen aufgefundenen reichen Erzstock schließen, und beim Schürfen nur Eisenschnüre oder arme rothbrüchige Eisenerze finden. — Verschiedene Eisenkalke, welche anderen auflösenden Mitteln, durch die das brennbare Wesen des Eisens nicht angegriffen oder zerstört wird, ihre Entstehung verdanken, werden ebenfalls vom Magnet gezogen, z. B. mehrere Arten von Rost oder der Crocus martis aperiens, er mag durch Wasser allein, oder durch einen Zusatz von Salzen, oder auch durch eine Auflösung in Pflanzensäuren entstanden seyn. Dies ist vorzüglich der Fall, wenn der Rost so lange Zeit liegt, daß er aus der pulverartigen Gestalt wieder in eine feste, gleichsam versteinerte harte Masse übergegangen ist; dann wird er um so stärker angezogen, je geneigter er ist selbst Magnet zu werden, wie ich schon vorher (§. 35, 6.) angeführt habe. Wenn der Rost aber erst neu entstanden ist und sich in Pulvergestalt befindet, so ist die Attraktionskraft noch schwach, welches von den vielen wäßrigen Theilen, die er aus der Luft anzieht, herzurühren scheint. Wird der wäßrige Bestandtheil entweder durch die Länge der Zeit, oder noch schneller durch das Kalciniren im Feuer, vertrieben, so vergrößert sich die Fähigkeit vom Magnet angezogen zu werden, in eben dem Maaße, als sich das Eisen durch die Wirkung des Feuers dem metallischen Zustand mehr nähert.

6) Ist

Ist dieses Eisen mit zu vielem Phlogiston oder brennbarem Wesen verbunden, so vermindert sich die Anziehungskraft zum Magnet. Dies scheint mit der vorhin aufgestellten Behauptung: daß das Eisen, wenn es angezogen werden soll, in einem gewissen Grade metallisch seyn muß, welches letztere aber nicht ohne die Gegenwart des Phlogiston möglich ist, im Widerspruch zu stehen *). Bei genauerer Ueberlegung wird man aber tausend Beispiele auffinden können, daß ein Uebermaaß eines Stoffes gerade die entgegengesetzte Wirkung hervorbringt, die er bei einem geringeren Verhältniß zeigte. Das brennbare Wesen ist zur Geschmeidigkeit des Eisens durchaus nothwendig; wir werden aber in der Folge sehen, daß das Eisen, wenn es mehr Phlogiston aufnimmt, als zum Geschmeidigwerden erforderlich ist, etwas von seiner Weichheit verliert und Stahl wird. Verbindet sich dieser Stahl mit noch mehr Phlogiston, so verliert er die Geschmeidigkeit gänzlich und kann weder kalt noch warm verarbeitet werden, sondern wird in wirkliches Roheisen verwandelt. Wird dieses endlich mit noch mehrerem Phlogiston überladen, so entsteht eine Art von Reißblei, wovon ich weiter unten (§. 265, 21) ausführlicher reden werde. In demselben Grade als diese Verwandlung vor sich geht, vermindert sich auch die Wirkung des Magnets auf das Eisen, so daß der Stahl schwächer als das geschmeidige Eisen, das Roheisen schwächer als der Stahl, und der genannte reißbleiartige Körper schwächer als das Roheisen angezogen wird, wovon sich keine andere erweißliche Ursache als die größere Menge von Phlogiston in dem letztgenannten Körper, angeben läßt. — Ich habe oben (3) schon gesagt, daß Eisenkalke, die vom Magnet nicht angezogen werden, diese Eigenschaft durch einen mäßigen Zusatz von Schwefel wieder erhalten; wenn man aber durch

*) Daß Hr. R. hier unter Phlogiston Kohlenstoff verstanden hat, wird aus dem Folgenden einleuchtend.

durch die Verbindung des Eisens mit Schwefel einen Rohstein hervorbringt, so geht die Eigenschaft, vom Magnet gezogen zu werden, in eben dem Maaß verloren, als mehr Schwefel zugesetzt wird. Wenn man das Eisen auf diese Art endlich ganz in wirklichen Schwefelkies verwandelt, so verliert es die Eigenschaft, vom Magnet gezogen zu werden gänzlich, und diese läßt sich nur dadurch, daß der überflüssige Schwefel durch die Wirkungen des Feuers abgetrieben wird, wieder herstellen. — Das oben genannte Roheisen von Daleland (§. 34, 4) welches sehr wenig und zuweilen kaum merklich vom Magnet angezogen wird, scheint die Vermuthung: daß ein Ueberfluß von brennbarem Wesen der Wirkung des Magnets hinderlich ist, zu bestätigen. Es ist dabei noch zu bemerken:

a. Daß das Erz, woraus das Eisen geschmolzen wird, sehr viel Braunstein enthält, welches nach den Versuchen von Scheele in den Verhandl. der Schwed. Akad. der Wissenschaften für das Jahr 1774 die Eigenschaft besitzt, viel brennbares Wesen einzuschlucken und an sich zu ziehen.

b. Daß ein großer Theil dieses Eisens, welches größtentheils ein lockeres, strahliges Ansehen wie Rohstein hat, heftiger als gewöhnlich von den Säuren, besonders von der Salpetersäure, die das Phlogiston sehr liebt, angegriffen wird.

c. Daß es nach der Auflösung, besonders in Essig, außerordentlich viel schwarze Eisenerde absetzt, die wie Tusche aussieht und auch als solche gebraucht werden kann.

d. Daß dieses Roheisen, wenn es einen großen Theil seines Phlogiston durch starkes Glühen verloren hat, wieder so wie anderes Roheisen vom Magnet angezogen wird.

e. Daß das Stabeisen, welches aus diesem Roheisen angefertiget wird, zum größten Theil Stahl mit eini-

einigen Eisensträngen durchzogen ist, wie viele Versuche gezeigt haben.

f. Daß die schwarze Eisenerde (c), gelinde geglühet, sehr stark vom Magnet gezogen wird.

g. Daß das aus eisenhaltigem Braunstein geschmolzene Eisen ebenfalls nicht eher als nach dem Glühen oder gelinden Rösten vom Magnet angezogen wird.

Aus diesen und mehreren anderen Versuchen scheint unbezweifelt hervorzugehen, daß das Daler Eisen einen Ueberfluß oder ungewöhnlich viel brennbares Wesen enthält, welches vermuthlich durch den Braunstein beim Roheisenschmelzen aus den Kohlen gezogen wird, und die Wirkung des Magnets verhindert. Fast eben so verhält sich das Eisen aus den Steyermärkischen sogenannten Pflinzen oder Stahlerzen, welche, wie Hjelm in seiner vortrefflichen Abhandlung von den weißen Eisenerzen (die 1774 zu Upsala unter Bergman's Vorsitz herausgekommen, und sehr umgearbeitet in dessen Opusc. chem. Vol. II. S. 184 — 230 der Ausgabe von 1780 aufgenommen ist) bewiesen hat, Braunstein enthalten. Dieses Roheisen giebt beim ersten Schmelzen sehr leicht Stahl; man kann aber kein weiches Eisen daraus anfertigen, wenn man das Roheisen nicht vorher in besonderen Oefen röstet, oder es einige Zeit lang glüht. Diese Umstände scheinen meine Meinung sehr zu bestätigen, daß der Stahl mehr Phlogiston erfordert und enthält, als das weiche Eisen; daß die Ursache, weshalb einige Erze so sehr geneigt sind Stahl zu geben, darin liegt, daß sie beim Schmelzen mehr Phlogiston als andere Erze aufnehmen, und daß diese Eigenschaften wahrscheinlich von der Anwesenheit der Braunsteinerde, welche die Grundlage eines besonderen Metalles, des sogenannten Mangan ist, herrühren.

§. 37.

§. 37. Von der magnetischen Materie im Eisen.

Muschenbroek hat sich (in seiner Abhandlung vom Magnet S. 123 u. f. f.) viele Mühe gegeben, die magnetische Materie, oder die Substanz im Eisen, welche eigentlich vom Magnet angezogen wird, aufzufinden. Er sucht zu beweisen, daß diese Substanz weder Schwefel, noch Erde, noch Salz, sondern ein anderer Körper sey, den er auf folgende Art gefunden zu haben glaubt. Wenn man vitriolischen Colcotar, der so heftig kalcinirt worden ist, daß er stärker als reines Eisen vom Magnet gezogen wird, in Salpetersäure auflöst, so findet man auf der Auflösung ein, theils weißes, theils graues fettartiges Pulver schwimmen, welches man absondern und stark trocknen muß, da es dann stärker als der kalcinirte Colcotar selbst vom Magnet gezogen wird. Dieses Pulver hielt er für den Körper, welcher die Anziehung eigentlich bewirkt, und der durch die Verbindung mit den anderen Bestandtheilen des Eisens, in seiner Wirksamkeit mehr oder weniger beschränkt wird.

Bei genauer Prüfung dieses Versuchs ergiebt sich, daß der angewendete Colcotar, weil er vom Magnet gezogen ward, und sich in Salpetersäure auflösen ließ, durch die starke Wirkung des Feuers schon zu wirklichem Eisen reducirt, oder in den metallischen Zustand versetzt worden seyn mußte. Durch das Kalciniren verband sich nämlich die im Colcotar noch befindliche Vitriolsäure mit Phlogiston aus dem Feuer zu einem feinen Schwefel, der die Reduktion des Eisens beförderte und in Vereinigung mit ihm die in der Auflösung schwimmende weiße und graue Masse bildete, welche dann, nach einer starken Erhitzung, wodurch der größte Theil des Schwefels fortgeht, gewöhnlich ein feines und reines, dem Magnet äußerst folgsames Eisenpulver zurückläßt. (§. 36, 3) Wenn das Eisen auch wirklich aus erdartigen

gen, brennbaren und etwas salzigen Theilen zusammengesetzt ist, so geht doch aus allen Versuchen hervor, daß keiner dieser Theile für sich allein, sondern nur ihre Verbindung mit einander, wodurch sie zu wirklichem Eisen werden, vom Magnet anziehbar ist. Ja selbst dann, wenn die magnetische Materie neben den übrigen Bestandtheilen des Eisens noch als ein besonderer Bestandtheil vorhanden wäre, so würde man sie nicht trennen können? Wie sollte sie nämlich ihre Wirkung auf den Magnet, ohne mit dem metallischen Eisen verbunden zu seyn, äußern können? Thäte sie dies, so müßte man auch Körper finden, die vom Magnet gezogen werden, oder selbst Magnete sind, ohne Eisen zu seyn. Dann würde man ferner auch von der Wirkung des Magnets nicht auf die Gegenwart des Eisens, sondern nur auf die der magnetischen Materie schließen können, welches aller Erfahrung widerspricht.

Es ist außer Zweifel, daß das reinste oder am mehrsten metallische Eisen, welches die wenigste unreducirte Eisenerde, und nicht mehr Phlogiston enthält, als zur völligen Geschmeidigkeit erforderlich ist, am stärksten vom Magnet angezogen, und am schnellsten selbst Magnet wird. Sagt man also, daß das Eisen viel magnetische Materie enthält, so heißt dies nichts anders, als es ist ein sehr reines Eisen oder Stahl. — Könnte man die magnetische Materie vom Eisen trennen, so müßte man sie auch mit anderen Körpern vereinigen, und diese magnetisch machen können; auch müßte das Eisen aus demselben Grunde Eisen seyn können, ohne vom Magnet gezogen zu werden, welches durchaus keinen Sinn hat. Mehrere Versuche werden hierüber indeß mit der Zeit wohl näheren Aufschluß geben *).

§. 38.

*) Wir wissen zwar, daß das, was den Magnetismus bewirkt, nichts Körperliches oder für sich Darstellbares, sondern nur die Wirkung des allgemeinen Erdmagnetismus seyn kann; warum aber nur das Eisen und einige wenige andere Körper magnetisch sind und

§. 38. Von dem Verhalten des Magnets gegen das Eisen in Verbindung mit anderen Metallen.

Es scheint, daß der Magnet noch auf das Eisen wirkt und die Gegenwart desselben verräth, wenn es auch mit anderen Metallen verbunden ist. Die Frage: Welches ist das Minimum des Eisens, das in Verbindung mit anderen Metallen durch den Magnet noch angegeben wird? läßt sich indeß mit Zuverlässigkeit nicht beantworten, weil dabei theils die ungleichen Kräfte der verschiedenen Magnete, theils die leichte Zerstörbarkeit des Eisens und der übrigen verbrennlichen Metalle beim Zusammenschmelzen, (wodurch es unmöglich wird, die Menge eines jeden Metalles in der Mischung, mit Gewißheit zu bestimmen), in Betrachtung kommen würden. Von dieser genauen Untersuchung sehe ich auch überdies keinen Nutzen ein. — Aus folgenden Versuchen, die ich weiter unten (§§. 125 — 174) ausführlicher vortragen werde, geht indeß hervor, daß alle Verbindungen des Eisens mit anderen Metallen, mehr oder weniger vom Magnet gezogen werden.

1) Gleiche Theile Gold und Eisen zusammengeschmolzen, werden nach **Brandt** (Abhandl. d. Schwed. Akad. d. Wissensch. 1751) stark vom Magnet gezogen.— Nach meinen Versuchen findet ein eben so starkes Anziehen bei einer Mischung aus 2 Theilen Gold und 1 Eisen, ferner auch, aus 6 Gold und 1 Stahl statt. **Buffon** bemerkte, daß ein goldener Kopf aus 11 Theilen Gold und 1 Eisen durchaus vom Magnet gezogen ward.

2) **Lewis** hat das Platin in mehreren sehr abweichenden Verhältnissen mit dem Eisen zusammengeschmolzen, aber nirgends in seiner Geschichte des Platin bemerkt, ob die Mischungen vom Magnet gezogen wurden oder nicht. Daß aber eine Anziehung statt finden müsse, läßt sich schon daraus schließen, daß das Pla-

Polarität zeigen, dies große Problem hat die Naturphilosophie noch nicht lösen können.

Platin dem Magnet noch folgt, obgleich nur die Oberfläche desselben mit so wenigem Eisen überzogen ist, daß die magnetische Wirkung schon nach dem geringsten Glühen aufhört. — Der Vermuthung des Hn. Buffon, daß das Platin bloß eine Verbindung des Goldes mit Eisen sey, kann ich deshalb nicht beistimmen, weil man durch das absichtliche Zusammenschmelzen beider Metalle wenigstens bis jetzt noch keine Verbindung, die dem Platin gleich käme hat darstellen können *).

3) Gleiche Theile Silber und Eisen wurden stark vom Magnet gezogen. Eben dies geschah bei kleinen Spänen, die aus 6 Theilen Silber und 1 Eisen bestanden.

4) Feilspäne von einer Mischung aus 1 Theil Eisen mit 3 Kupfer, wurden sehr merklich vom Magnet gezogen. Henkel hat in seiner Pyritologie S. 412 mehrere Versuche über die Verbindung beider Metalle angeführt; wegen der Verbrennlichkeit derselben, besonders des Eisens, welches bei seiner Strengflüssigkeit vorzüglich einen starken Abbrand erleidet, getrauet er sich aber nicht, die Verhältnisse in der Mischung mit Sicherheit zu bestimmen. Dies liegt daran, weil Henkel Feilspan oder Blechabschnitte von geschmiedetem Eisen nahm; man muß aber zu solchen Metallmischungen durchaus nur Roheisen, besonders das graue oder gaare anwenden, indem einige Arten desselben fast eben so bald als das Kupfer in Fluß kommen. Allenfalls kann man auch sehr hart gebrannten Stahl nehmen. Das Zusammenschmelzen geht dann leicht von Statten und der Abgang ist unbedeutend. — Feilspäne von einer Mischung aus 10 Kupfer und 1 Eisen, wurden stark vom Magnet gezogen. Wie wenig Eisen aber, in Verbindung mit Kupfer, noch vom Magnet angezeigt wird, habe ich nicht ausmitteln können. Ich habe Schwarzkupfer gefunden, welches nicht mehr als 2 Pro-

*) Vergl. Anm. 1. zum §. 33.

Procent Eisen hielt, und die Feilspäne davon wurden dennoch vom Magnet gezogen. Hieraus läßt sich schließen, daß das Kupfer der Wirkung der magnetischen Kraft nicht hinderlich ist. Beim Messing findet dasselbe Verhältniß wie beim Kupfer statt, denn der Magnet zeigt das darin befindliche Eisen an, wenn es auch so wenig wäre, daß die gelbe Farbe des Messings dadurch kaum verändert wird.

5) Durch einen Zusatz von 10 Blei zu 1 Eisen, wird die anziehende Kraft nicht aufgehoben; ja der Magnet zieht sogar noch Schabespan von einer Mischung an, welche so wenig Eisen enthält, daß sie sich als reines Blei schmieden läßt. Wie man das Blei mit dem Eisen verbindet, werde ich unten (§. 151) zeigen.

6) Daß eine Mischung von 2 Zinn und 1 Eisen, vom Magnet angezogen ward, wie **Brandt** bemerkt, ist wohl nicht zu verwundern, da ich gefunden habe, daß kleine Feilspäne von einem Gemisch aus 12 Zinn, 2 Kupfer, 1 Arsenik und 1 Eisen, dem Magnet noch folgsam waren.

Eine Mischung von 6 Weißkupfer *), 2 Zinn, und 1 Eisen ward nicht merklich gezogen; als ich diese Composition aber mit dem dritten Theil Messing schmolz, zeigte der Magnet eine weit stärkere Wirkung auf die Feilspäne. Es scheint daher, daß die Anziehungskraft durch den Arsenik etwas geschwächt, durch einen größeren Messingzusatz aber wieder verstärkt worden ist.

7) Auf ein Gemisch von 3 Wismuth und 1 Eisen wirkte der Magnet sehr stark.

8) Im Zink läßt sich ein sehr geringer Eisenzusatz durch den Magnet auffinden, und daher kommt es, daß die Feilspäne von einigen Zinkarten eben so, als wenn sie eisenhaltig wären, gezogen werden. Mit einigen Handgriffen kann man das Eisen auch wirklich mit die-

*) Das Weißkupfer besteht gewöhnlich aus 2 Kupfer und 1 Arsenik, indeß weicht dies Verhältniß sehr häufig ab.

diesem Metall, seiner großen Verbrennlichkeit ungeachtet verbinden *). Dies hat **Henkel** ebenfalls bemerkt, obgleich andere es für unmöglich halten. Wenig Zink mit vielem Eisen zu verbinden, hat mir nie gelingen wollen.

9) Auch eine Verbindung von 2 Arsenik mit 1 Eisen, ist noch magnetisch, obgleich der Arsenik den Magnetismus mehr als irgend ein anderes Metall schwächt**). 2 Eisenfeile mit 1 Pyrmesonstein ***) geschmolzen, gab einen spröden Regulus, der nach **Brandts** Angabe eben so stark als reines Eisen vom Magnet gezogen ward. Wodurch **Brandt** aber veranlaßt worden ist, einer Verbindung des metallischen Arsenik mit Eisen die Fähigkeit vom Magnet gezogen zu werden, abzusprechen, weiß ich nicht.

10) Nach **Henkel** soll eine Verbindung des regulinischen Spiesglanzes mit Eisen, in allen möglichen Verhältnissen beider Metalle, vom Magnet nicht angezogen werden, und mehrere berühmte Chemiker behaupten ebenfalls, daß eine Verbindung aus gleichen Theilen regulinischem Spiesglanz und Eisen, im Bruch das Ansehen von Roheisen habe, aber vom Magnet nicht gezogen würde. Ich habe diesen Versuch nachgemacht, und gleiche Theile regulinisches Spiesglanz und Roheisen, mit einem Zusatz von schwarzem Fluß, Glas und Borax in einer starken Hitze, ohne einen beträchtlichen Abgang zusammengeschmolzen, wodurch ich einen Regulus

*) Wird Zink in gegossenen eisernen Gefäßen geschmolzen, so löst es dieselben nach und nach so auf, daß sie völlig durchfressen werden. Das Verhältniß, in welchem das Eisen vom Zink aufgenommen wird, ist indeß noch unbekannt.

**) Nach Hrn. Thenard (Abhandl. über das Nickel, im N. Journ. d. Chemie. B. IV S. 287) soll das Eisen den Magnetismus verlieren, wenn es die Hälfte Arsenik enthält; $\frac{1}{4}$ desselben soll die Wirkung des Magnetismus bloß schwächen.

***) Der Pyrmesonstein ist eine Verbindung des Arsenik mit Schwefel und Spiesglanz, welche man durch das Zusammenschmelzen von gleichen Theilen [illegible]em Arsenik, Schwefel und rohem Spiesglanz, in einem bed[illegible]el, erhält.

gulus erhielt, der im Bruch das Ansehen des Roheisens hatte, aber fast eben so stark als reines Eisen vom Magnet gezogen ward. Um sicher zu seyn, wiederholte ich den Versuch noch einmal, erhielt aber dasselbe Resultat. Man kann daher überzeugt seyn, daß das regulinische Spiesglanz, in diesem Verhältniß, die magnetische Wirkung nicht zerstört. Ich begreife nicht, auf welche Art das Zusammenschmelzen beider Metalle geschehen seyn muß, wenn ein so ganz entgegengesetztes Resultat zum Vorschein kam. Daß der martialische Spiesglanzkönig nicht bedeutend vom Magnet gezogen wird, ist bekannt; allein dieser enthält auch einen so geringen Antheil von Eisen, daß man es durch andere Versuche kaum auffinden kann. — Es ist mir wohl einmal begegnet, daß ich beim Zusammenschmelzen gleicher Theile von regulinischem Spiesglanz und Eisen auf dem Boden des Tiegels einen Regulus erhielt, der vom Magnet nicht gezogen ward; bei genauerer Untersuchung zeigte sich aber daß die Hitze zu schwach gewesen war, so daß der Regulus nicht mehr als der zugesetzte Spiesglanzkönig wog, und das Eisen in kleinen Körnchen im Fluß eingesprengt blieb, indem der Fluß nicht dünne genug geschmolzen war, um die Eisentheilchen niedersinken zu lassen. Durch solche Umstände werden sich indeß die unterrichteten Leute doch nicht haben irre führen lassen. Es ist sehr möglich, daß das regulinische Spiesglanz so wie der Arsenik die Wirkung des Magnets eben so, wie ich schon oben (§. 36, 6) vom Phlogiston erwähnt habe, schwächen oder ganz aufheben können, wenn diese Metalle in großen Quantitäten mit wenig Eisen verbunden sind; denn die arsenikalischen sowohl, als die gewöhnlichen Schwefelkiese werden ebenfalls nicht vom Magnet gezogen; allein wenn gleiche Theile regulinischer Spiesglanz und Eisen noch stark angezogen werden, so kann man den sichern Schluß machen, daß der Magnet das Eisen auch in

einem

einem weit geringeren Verhältniß in der Verbindung mit jenem Metall anzeigen wird.

11) Eine Verbindung des Kobaltkönigs mit Eisen wird auch ziemlich stark vom Magnet gezogen, wenn gleich das Eisen nur den achten Theil der Masse ausmacht.

12) Nickelkönig zeigt beim Zusammenschmelzen mit dem Eisen zu diesem Metalle die größte Verwandtschaft und verhindert die Einwirkung magnetischer Kräfte so wenig, daß man ihn nie so rein oder eisenfrei darstellen kann, daß der Magnet nicht noch auf die Anwesenheit des Eisens hindeutete, und zwar in einem so starken Grade, daß man zu der Vermuthung veranlaßt werden sollte, der Nickel sei eine Art von Eisen, oder wenigstens ein Metall, welches ebenfalls vom Magnet angezogen wird und selbst Magnet werden kann (§. 36, 4).

13) Mit Quecksilber läßt sich das Eisen bekanntlich nicht vereinigen. Wenn man aber reine Eisenfeilspäne, in Verbindung, mit einer Auflösung von Kupfervitriol in Essig, zu welcher man etwas Salpetersäure gesetzt hat, mit Quecksilber abreibt, so hängt sich das Quecksilber an den Feilspan, und muß mit demselben den Wirkungen des Magnets folgen, und zwar so stark, daß ein guter Magnet ganze Massen, die oft 6mal mehr als die Eisenfeilspäne betragen, in die Höhe zieht. Dies gewährt ein sonderbares Schauspiel, vorzüglich wenn man nicht weiß, daß die Eisenfeilspäne mit Quecksilber versetzt sind. Nach einer kurzen Zeit scheiden sich indeß die reinen Eisenfeilspäne nach und nach vom Quecksilber ab, weil dieses nur durch die Verbindung mit der Kupferhaut, die sich aus dem blauen Vitriol auf den Eisentheilen niedergeschlagen hatte, mittelbar mit den letzteren vereiniget war. Daß sich das Eisen in dieser Verbindung als Rost vom Quecksilber abscheide, oder daß reines Eisen im Quecksilber leicht roste, wie einige

Chemi-

Chemiker behaupten, habe ich nicht finden können. Zwar trennten sich die Eisenfeilspäne, wie ich bereits bemerkt habe, wenn das Amalgama einige Zeit lang trocknete, allein in einem ganz blanken und reinen, und keinesweges in einem rostigen Zustande. — Wenn man gleiche Theile Eisenfeilspäne und Schabespan von einem anderen Metall, z. B. von Kupfer, Messing u. s. f. durch bloßes Umrühren, ohne nähere Verbindung durch Schmelzen, mit einander vermengt, so wird die ganze Masse vom Magnet gezogen. Die Ursache ist aber ganz mechanisch, indem sich die kleinen feinen Häkchen der Schabespäne in denen der Eisenfeilspäne verwickeln, und auf diese Art gemeinschaftlich angezogen werden. — Daraus folgt, daß man den Magnet nicht mit Zuverlässigkeit anwenden kann, um Eisenfeilspäne, die mit anderen Sachen vermengt sind, herauszuziehen. Eben so wenig ist das Eisen, welches der Magnet aus Erzen, Erd- oder Steinarten, die vorher zerpulvert worden sind, auszieht, für rein zu halten.

14) Eisen und Mangan. Den Magnesiumkönig, oder das neue Metall, welches in dem schwarzen Braunstein, dessen sich die Töpfer bedienen, enthalten ist, habe ich, so wie den Nickel, nie eisenfrei darstellen können. — Bei einem Versuch gelang es mir einmal, aus diesem Braunstein einen Regulus zu erhalten, der vom Magnet nicht gezogen ward; indeß äußerte derselbe seine Wirkung wieder nach dem Kalciniren. Auch vom Hn. Gahn erhielt ich eine Verbindung des Braunsteinkönig mit Kupfer, welche eine weiße Farbe hatte, und von welcher der Magnet nicht den kleinsten Span anzog. Ich habe diese Mischung nachher nachgemacht und sie von derselben Beschaffenheit erhalten. Das Braunsteinmetall, welches ich in der Folge nach Hn. Gahns Methode aus dem Braunstein von Lexan erhielt, ward in kleinen Körnern zwar nicht vom Magnet angezogen; als ich diese aber zerpulverte, konnte ich, mittelst

telst einer stark magnetischen Messerspitze, sehr viele feine Theile ausziehn. Das Eisen läßt sich daher durch magnetische Kraft nicht gänzlich von diesem Metall trennen; wie sie aber dadurch geschwächt wird, habe ich schon oben (§. 36, 6) angeführt.

§. 39. Von der Wirkung des Magnets auf die Eisenerze.

Mit Bezug auf das so eben über die Wirkung des Magnets auf das Eisen und auf dessen Kalke und Verbindungen Angeführte, scheint es mir auch nothwendig zu seyn, von dem Verhalten desselben zu den Eisenerzen zu reden, um dadurch zugleich auf den Nutzen aufmerksam zu machen, den die Anziehungskraft des Magnets zu dem Eisen, in allen seinen Zuständen gewährt. Ich bemerke deshalb folgendes:

1) Alle die sogenannten **kalkartigen Eisenerze** oder die **erdartigen See- und Morast-Erze** wovon **Cronstedt** im §. 202 seiner Mineralogie einige angiebt und die aus einem lockeren braunen oder röthlichen Eisenocker oder Eisenrost bestehen, werden, so wie sie in der Natur vorkommen, oder in ihrem rohen Zustande, nicht vom Magnet gezogen. Diese zusammengesinterten Ockerarten sind wahrscheinlich aus einem mit Schwefel oder mit dessen Säure mineralisirten Eisenerz, oder aus Schwefelkies, der durch den Zutritt der Luft verwittert und in Eisenerde verwandelt worden ist, entstanden, oder das Eisen war in einer vegetabilischen Säure aufgelößt und ist aus dieser Auflösung hernach auf verschiedene Art niedergeschlagen worden (§. 36, 5). Alle diese Ocker besitzen dann die Eigenschaften der angehenden Eisenkalke, welche durch solche Auflösungsmittel, deren ich schon im §. 36, 2 erwähnt habe und wovon ich in der 8. Abtheilung noch mehreres anführen werde, in ihren derzeitigen Zustand versetzt worden sind. Wären diese Erze aus Rost zusammengesetzt,

der

bloß durch wäßrige Feuchtigkeit entstanden ist, so müßte man voraussetzen, daß metallisches oder gediegenes Eisen ihr erster Grundstoff gewesen sey, und dann müßten diese kalkartigen Erze eben so gut als gewöhnlicher Rost vom Magnet gezogen werden. Man darf den größten Antheil an ihrer Entstehung wohl der Vitriolsäure zuschreiben, welche in der Natur täglich solche Auflösungen bewirkt, wie man dies bei den rothbrüchigen Erzen, die durch den Zutritt der Luft in Rost verwandelt werden, deutlich wahrnehmen kann. Ganz vorzüglich einleuchtend wird dies bei denjenigen Eisenerzen, welche aus Hornblende bestehen, und die sehr viel von der genannten Säure enthalten, welche zur Erzeugung eines solchen erd- oder ockerartigen Erzes ganz besonders geneigt ist. — Alle diese Erze müssen beim Niederschlagen ihr Auflösungsmittel, durch welches sie mineralisirt waren, verloren haben, und bestehen nun aus Eisenerde, ohne eine innige Verbindung mit dem Phlogiston, welches ihnen wenigstens so schwach anhängt, daß sie es im offenen Feuer sogleich verlieren. Dies scheint deutlich daraus hervorzugehen, daß sie stark vom Magnet angezogen werden, sobald man sie in einem verschlossenen oder offenen Gefäß, für sich allein, oder mit einem Zusatz von Brennbarem, z. B. von Kohlenstaub, langsam glühet. Sie verändern dabei ihre Farbe in schwarz, schwarzbraun oder rothbraun, und verlieren bedeutend, oft einige 30 Procent am Gewicht. Der Verlust besteht größtentheils in Wasser, in etwas Brennbarem und in Luftsäure, auch wohl in etwas flüchtigem urinösem Salz (§. 65, k.). Wie stark diese Erze das Phlogiston anziehen, und sich dadurch metallisiren, werde ich in der Folge (§§. 65, 66) näher darthun.

2) Wenn die vorhin genannten kalkartigen Erze verhärtet, oder so zu sagen versteinert, vorkommen, so heißen sie entweder **Blutsteine**, welche ihre rothe, braune

braune oder gelbe Ockerfarbe behalten und nicht vom Magnet gezogen werden; oder sie heißen Dürrsteinerze die äußerlich eine eisengraue Farbe haben, aber mit Stahl, oder gegen einander gerieben, ein röthliches Pulver geben. Die letzteren werden oft schwach vom Magnet gezogen; stärker aber ist dies bei ihnen sowohl als bei den Blutsteinen der Fall, wenn man sie mit Kohlenstaub röstet. Unter den Dürrsteinerzen kommen indeß häufig reine, schwere und reichhaltige Erze vor, die von Bergarten ganz frei sind, aber in der gewöhnlichen Kalcinationshitze weder Phlogiston aufnehmen, noch die Eigenschaft erhalten, vom Magnet gezogen zu werden. Diese Erze stehen mit Recht in dem Verdacht, daß sie beim Schmelzen im Hohenofen kaltbrüchiges Eisen geben. **Cronstedt** führt im §§. 203 — 206 die Arten und Abarten der Blutsteine und der blutsteinartigen Erze auf. — Daß die Blutsteine in der Regel gar nicht, oder sehr schwach vom Magnet gezogen werden, obgleich sie oft über 70 Procent Eisen enthalten, kann nur aus dem Grunde, dessen ich schon bei ihrem Grundbestandtheil, nämlich beim Eisenkalk oder Ocker erwähnt habe, herrühren. Weil nämlich der brennbare Bestandtheil, der ein nothwendiges Erforderniß zur Metallität ist, durch die Säure (welche das Brennbare sehr stark anzieht) von den Eisenerden abgeschieden worden ist, so muß die Erde ihre metallische Eigenschaft und die Anziehbarkeit zum Magnet verloren haben. Sobald aber die Fähigkeit der Eisenkalke, das Brennbare anzuziehen, durch die Hitze mit oder ohne Zusatz von Kohlenstaub wieder erweckt wird, so erhalten sie auch die verlornen metallischen Eigenschaften wieder, und werden dem Magnet folgbar. — Wenn die Eisenerden ihr Brennbares nicht gänzlich verloren haben, zeigen sie noch wohl einige Anziehung zum Magnet, und daher werden einige Blutsteine, vorzüglich die eisenfarbenen, welche unverkennbare Spuren von beibrechendem

Schwe-

Schwefelkies an sich tragen, noch etwas vom Magnet angezogen, (**Cronstedt** §. 213) wovon die Ursache aus §. 36, 3. hervorgeht.

3) Kalkartige Erze die mit anderen Erdarten gemengt sind (**Cronstedts** Mineralogie §§. 207 — 209) werden vor der Röstung, und ehe sich ihre weiße, rothe, braune, grüne oder blaue Farbe nicht in die schwarze verwandelt hat, ebenfalls nicht vom Magnet gezogen, die beigemischte Erde mag kalk-, thon-, oder kieselartig seyn. Vorzüglich verlieren die kalk- und thonhaltigen Erze durch das Rösten 20 bis 30 Procent am Gewicht, und ziehen das Brennbare in der Hitze am leichtesten an; auch ist es möglich daß sie im Feuer etwas verlieren, was der Wirkung des Magnets hinderlich war. — Unter den eisenhaltigen Erdarten habe ich ebenfalls einige gefunden, z. B. **grüne Erde**, **Siegelerde**, **rothe englische Erde** u. s. f. die nicht eher, als bis sie zur Schlacke geschmolzen waren, vom Magnet gezogen wurden. Eben so verhielt sich ein granatartiges Eisenerz von Schwarzberg bei Skißhütte, welches erst nachdem es zu einer schwarzen Schlacke geschmolzen war, vom Magnet gezogen ward; in welchem Zustande aber die Wirkung eben so stark war wie bei reinem Eisen.

4) Aufgelößtes oder mineralisches Eisen, und die dadurch entstandene Erze, (**Cronstedt** in §§. 211 — 213) sind entweder selbst Magnete, oder sie werden ganz roh und ohne vorhergegangenes Rösten vom Magnet gezogen. Diese Erze sind bei uns am häufigsten. Dies beweist, daß das Eisen wirklich in metallischer Gestalt vorkommt, oder daß es sich bis zu einem gewissen Grade metallisirt in den Eisenerzen befindet, und daß es nicht immer künstlicher Mittel zu seiner Darstellung bedarf, wie Hr. v. **Justi** mit Unrecht in seinen chemischen Schriften behauptet. Unter den magnetischen Erzen, oder unter den Erzen die im rohen ungerösteten Zustande dem Magnet folgsam sind, werden die-

jeni-

jenigen am stärksten angezogen, die eine schwarze oder dunkelgraue Farbe haben und durch Reiben ein schwarzes Pulver geben; die beim Rösten keinen Gewichtsverlust, sondern eher eine Gewichtsvermehrung erleiden; die beim Rösten oder sonst, Spuren von Schwefelsäure oder Rothbruch zeigen, und endlich alle Eisenerze die ein körniges Gefüge haben. — Alle diese Eisenerze haben größtentheils die Eigenschaft daß sie roh am stärksten vom Magnet gezogen werden, denn wenn man sie zerpulvert und unter der Muffel röstet, so geht es ihnen wie den Eisenfeilspänen; die magnetische Wirkung wird nämlich geringer. Hierbei können, wie es scheint, zwei Ursachen zum Grunde liegen; entweder wird durch die Wirkung des Feuers ein großer Theil der beibrechenden Bergart, welcher mit den Eisenerztheilchen stark zusammen hing, und vor dem Rösten des Erzes mechanisch mit fortgezogen ward, abgeschieden und geht nun für den Magnet verloren; oder das Eisen, welches in einem Theil dieser Erze erweislich in metallischer oder gleichsam gediegener Gestalt befindlich ist, verliert durch das Rösten einen Theil seines Phlogiston und wird kalcinirt. Im letzten Fall geschieht dasselbe, was bei dem verschlackten Eisen statt findet; es wird nämlich weniger stark als vorher vom Magnet angezogen. — Diese Erze verhalten sich eben so wie das reine Eisen; so wie dieses nämlich durch starkes Verbrennen im Feuer in dem Verhältniß, als es durch das Verschlacken sein Phlogiston verliert (§§. 64, 66) fast über die Hälfte am Gewicht zueignet, eben so werden jene durch das Rösten auch um 3 bis 4 Procent schwerer. — Im Hohenofen und bei anderen Schmelzprocessen, verhalten sich diese Erze eben so als reines Eisen; sie sind sehr zum Frischen geneigt, und geben beim ersten Schmelzen lieber geschmeidiges Stabeisen, als sprödes Roheisen. Sie kommen daher dem Zustande des gediegenen Eisens sehr nahe, und man würde sie dahin rechnen können,

wenn

wenn dazu nicht zugleich metallische Geschmeidigkeit erforderlich wäre *).

Hr. Jars macht in seiner metallurgischen Reise die richtige Bemerkung, daß Hr. Cramer (und viele deutsche Schriftsteller mit ihm, welche die Behauptung aufstellen, daß es wenige vom Magnet anziehbare Eisenerze gebe) die großen schwedischen Eisenerzgruben nicht kennen müsse, worin Eisenerze, die nicht vom Magnet gezogen werden, weniger häufig vorkommen, als solche die ihm folgsam sind. Daß aber bei den Eisenerzen, welche ohne Röstung vom Magnet gezogen werden,

*) Außer dem Magnetkies und dem Magnet-Eisenstein, als den allgemein bekannten magnetischen Eisenerzen zeigen der Eisenglanz, der fasrige Rotheisenstein (rother Glaskopf) der fasrige Brauneisenstein (brauner Glaskopf) und fasrige Schwarzeisenstein (schwarzer Glaskopf) nur eine sehr geringe, alle übrigen Eisenenerze aber gar keine Wirkung gegen den Magnet, so lange sie sich im rohen Zustande befinden. Aeußerst merkwürdig ist es aber, daß fast alle Eisenerze, die roh nicht vom Magnet gezogen werden, demselben folgsam sind, sobald man sie glühet, oder (ohne Kohlenstaub) röstet. Beim Spatheisenstein könnte man auf die Vermuthung kommen, daß er einen Theil seiner Kohlensäure, die der Wirkung des Magnets hinderlich ist, verlöre; aber welche Veränderungen gehen bei den übrigrn Eisenerzen durch das Rösten vor? Der Verlust der Feuchtigkeit ist es nicht, wodurch die Wirkung des Magnets auf geglühetes Erz möglich gemacht wird, denn das trockenste Erz wird, so lange es roh ist, nicht angezogen. Sauerstoff verlieren die Erze durch das Glühen auch nicht, vielmehr müssen sie sich nach aller Theorie noch mehr oxydiren. Mir ist es nicht unwahrscheinlich, daß der Zutritt des Sauerstoffes beim Rösten die Verbindung der erdartigen Theile des Erzes mit den Eisentheilchen bis zu einem gewissen Grad aufhebt, so daß die letztern, obgleich mit mehr Sauerstoff verbunden, doch in den Stand gesetzt werden, dem Magnet zu folgen. Eisenerze, bei denen der Zutritt des Sauerstoffes eine solche Polarität nicht zu bewirken vermag, die also durch starkes Rösten nicht magnetisch werden, müssen die Eisentheilchen sehr innig mit den Erdarten verbunden enthalten und gehen dann auch gewiß sehr strenge im Hohenofen, oder geben ein mattes Roheisen. Dieser Umstand ist für den Metallurgen höchst wichtig, und so paradox der obige Satz, daß der Sauerstoff eine Polarität in den Eisenerzen durch eine Repulsion der Eisentheile von den erdartigen Theilen beim Rösten hervorbringen soll, auch scheinen mag: so wenig Ursache haben wir, ihn zu läugnen, weil die verschiedenen Grade einer chemischen Verbindung, und bis wie weit sie aufgehoben werden kann oder nicht, späteren Untersuchungen vorbehalten sind.

werden, die Eisentheilchen die erdartigen umschließen, und umgekehrt, bei den Erzen, welche ohne vorhergegangenes Rösten nicht vom Magnet gezogen werden, die erdartigen die Eisentheilchen umschließen sollen, wie Hr. Jars vermuthet; dies widerspricht den Eigenschaften des Magnets gänzlich, indem derselbe das Eisen auch dann, wenn es in etwas Erdartigem eingeschlossen wäre, anziehen würde. Solche Ueberkleidung läßt sich überdies gar nicht denken, denn sobald die Eisenerze zerpulvert sind, müßten ja die Eisentheilchen dadurch völlig entblößt werden *).

§. 40. Vom Auffinden und Probiren der Eisenerze durch den Magnet.

Aus dem eben (§§. 38, 39) angeführten Verhalten des Magnets gegen eisenhaltige Verbindungen und gegen die Eisenerze, kann man schon schließen, daß die Behauptungen einiger Schriftsteller: Man könne den Gehalt der Eisenerze durch den Magnet ausmitteln, — selten oder gar nicht bestätiget werde, wenigstens lassen sich die Procente dadurch nicht mit Zuverlässigkeit bestimmen.

Werden die Eisenerze roh, oder ungeröstet untersucht, so findet man, daß diejenigen unter ihnen, deren ich im vorigen §. unter 4 erwähnt habe, größtentheils ganz und gar vom Magnet angezogen werden, obgleich sie oft nicht die Hälfte ihres Gewichts an Eisen enthalten; wogegen andere, die oft einen Gehalt von mehr als 70 Procent haben, durchaus nicht auf den Magnet wirken. Durch Rösten oder durch starkes Brennen, welches bei solchen Proben üblich ist, verlieren die ersteren

*) Noch weiter geht v. Justi in seinem „Erweis daß das Eisen „nicht in dem Eisenerze oder Steine vorhanden sei, sondern erst „während dem Rösten und Ausschmelzen entstehe" (chym. Schriften B. I. S. 68 u. f.) Den Beweis gegen v. Justi führt Kästner im Hamb. Mag. XII. S. 658 „von der Wirkung des Magnets auf ungeröstetes Eisenerz."

ren zwar viel von ihrer starken Anziehungskraft, und die letzteren, oder die Blutsteine und kalkartigen Erze werden dagegen geneigter dem Magnet zu folgen; allein man kann dabei doch nie ein sicheres Verhältniß zum Grunde legen, weil es theils auf das stärkere oder schwächere Rösten, oder auf den Feuergrad, theils auf die verschiedenartige Beschaffenheit des Erzes selbst, ob es nämlich von Natur mit Brennbarem versehen ist, oder nicht, u. s. f. abhängt. Indeß ist der Magnet schon deshalb äußerst nützlich, weil man von dem Eisengehalt des Minerals, von welchem er etwas anzieht, überzeugt seyn kann, obgleich man die Menge des Eisens nicht zu bestimmen im Stande ist, auch nicht umgekehrt schließen darf, daß das Mineral, woraus der Magnet nichts anzieht, auch kein Eisen enthält. — Aus dem Angeführten leuchtet es nämlich ein, daß das Eisen nur dann, wenn es einen Bestandtheil besitzt, der zur Metallität erforderlich ist, vom Magnet angezogen werden kann, und daß zerstörtes Eisen oder Eisenkalk, ohne eine genaue Verbindung mit etwas Brennbarem, den magnetischen Gesetzen nicht unterworfen ist; so daß man sich von dem Vorhandenseyn des Eisenkalkes oder der Eisenerde in einem Mineral, durch den Magnet nicht eher überzeugen kann, als bis man dasselbe vorher gehörig zubereitet hat, welches vorzüglich durch die Wirkungen des Feuers geschieht. An einem anderen Ort (§§. 65, 66) habe ich angeführt, daß man die Eisenkalke für sich allein, ohne sie zu schmelzen, bloß durch den Zusatz von etwas Brennbarem, in gehöriger Glühhitze zum Theil zu wirklichem Eisen reduciren kann.

Die leichte Art die Eisenhaltigkeit einer Erd- oder Steinart durch den Magnet auszumitteln, ist folgende: Man reibt das Mineral in einem metallenen, steinernen oder gläsernen, nur nicht in einem eisernen Mörser, weil dadurch falsche Resultate zum Vorschein kommen wür-

würden, ganz fein. Dann macht man in einer festen dichten Kohle — vorzüglich gut ist eine Birkenkohle — eine kleine Grube, bringt etwas von dem feingeriebenen Pulver hinein, und bedeckt es mit einer anderen genau passenden Kohle, wie mit einem Deckel. Die mit dem Loch versehene Kohle muß vorher so bearbeitet seyn, daß man sie bequem in einen Scherben oder in einen Tiegel hineinsetzen kann; auch kann man die Kohle, welche den Deckel vorstellt, noch mit einem Scherben bedecken, damit sie nicht abfällt. Alle Oeffnungen werden mit einem Gemenge von feuerfestem Thon und Sand wohl verstrichen, und der Tiegel eine oder anderthalb Stunden lang der Weißglühhitze in einem Windofen ausgesetzt. Wenn das durchgeglühete Pulver wieder erkaltet ist, schüttet man es auf reinem Papier aus, und rührt mit dem Pol eines armirten Magnets, oder noch besser mit einer, durch Streichen, oder auf andere Art magnetisch gemachten Messerspitze, darin herum. Wenn sich dann, welches man bald bemerkt, etwas Staub ansetzt und mit dem Magnet ausgezogen wird, so läßt sich mit Sicherheit schließen, daß die untersuchte Erd- oder Erzart etwas Eisen enthält, obgleich dies sehr wenig seyn kann, weil der Magnet, wenn seine Wirkung auch noch so stark zu seyn scheint, doch über die Hälfte und mehr an fremdartigen Stoffen mit auszieht. — Andere Körper, deren Eigenschaft man durch den Magnet erforschen will, bringt man durch die Einwirkungen des Feuers und durch Reiben zu Pulver, cementirt sie auf die eben angegebene Art mit Kohle, und kocht sie dann in Mineralsäuren, in Salpetersäure, in Königswasser oder auch in einer mit Wasser verdünnten Vitriolsäure aus. Die Auflösung verdünnt man hernach mit Wasser, und setzt dann eine Auflösung von reiner Pottasche oder Sal tartari in Wasser hinzu. Hierdurch wird das Eisen (wenn etwas vorhanden ist) als ein Okker niedergeschlagen, der wieder auf die angeführte Art mit

mit Kohle cementirt wird, da dann der Magnet gewiß seine Wirkung nicht verfehlt. Auf diese Art können die fremdartigen Substanzen auch zum Theil abgeschieden werden. — Wendet man Blutlauge (§. 202) als Fällungsmittel an, so wird der Niederschlag, wenn Eisen vorhanden ist, blau. Man muß in diesem Fall aber überzeugt seyn, daß die Säure sowohl als die Blutlauge selbst kein Eisen enthalten, welches beim Scheidewasser und bei der Vitriolsäure sehr häufig der Fall ist. Bei kleinen Versuchen kann das Glühen zwischen Kohlen vor dem Löthrohr geschehen.

Vermuthet man Eisen in Metallmischungen, so läßt sich dies durch den Magnet leicht ausmitteln, wenn man kleine Späne von jener Mischung vermittelst eines scharfen Werkzeuges, welches dem Pulver oder den Spänen aber keinen Eisenstaub mittheilen darf, zu erhalten sucht, und diese mit dem Magnet probirt. Durch die Anwendung von eisernen Feilen würde man aber zu Trugschlüssen verleitet werden, weil sehr leicht kleine Zähnchen ausbrechen können. Mehrere und zum Theil zuverlässigere Mittel, das Eisen in Mischungen aufzufinden, lehrt die Chemie.

§. 41. Vom Aufsuchen der Eisenerze durch die Compaßnadel.

Dem Bergmann gewährt die Wirkung des Magnets auf das Eisen den größten Nutzen, um die Eisenerze in den Gebirgen und in den Abgründen der Erde aufzusuchen. Man muß hierbei aber berücksichtigen, was ich schon im §. 39 von dem verschiedenartigen Verhalten der Eisenerze angeführt habe. Daraus ergiebt sich, daß die erd- oder kalkartigen Erze und die Blutsteine durch den Magnet kaum würden ausgemittelt werden können, wenn sich ein ganzer Erzgang nicht anders als eine bloße Stuffe, oder als einige Körner verhielten. — Das eisenfarbene oder blaugraue Dürrsteinerz wird,

wird, in Gestalt eines Pulvers, zwar nur wenig oder gar nicht vom Magnet angezogen; allein ein großes Lager von diesem Erz wirkt auf die Compaßnadel sehr merklich, und läßt sich daher aus einer beträchtlichen Teufe durch magnetische Wirkung aufsuchen.

Die Compasse mit den sogenannten Inclinationsnadeln, die sich mit gleicher Leichtigkeit nach senkrechter und horizontaler Richtung bewegen, sind zum Erzsuchen am brauchbarsten, weil sie durch die geringste ziehende Kraft sehr bald in Bewegung gerathen. In der Regel zieht die Nadel am Nordpol am stärksten, und dieser Pol schlägt sich nieder, sobald die Nadel über Erz kommt. Zuweilen senkt sich aber auch der südliche Pol, und daraus schließt man, daß man über ein magnetisches Erznest gekommen ist, welches die Erzsucher Schwanzerz (Stjertmalm) nennen, und sich dann selten Hoffnung zu einem aushaltenden Erzlager machen.— Der Compaß muß immer mit einem Sonnenzeiger versehen seyn und das Erzsuchen muß bei Sonnenschein geschehen, so daß man nach der Uhr, die man bei sich führt, den Schatten stets auf die wahre Stunde des Sonnenzeigers fallen lassen und auf diese Art genau sehen kann, ob die Nadel nach Osten oder Westen von der nördlichen Richtung, die in diesem Augenblick (1782) bei uns eine Declination von etwa 10 Graden gegen Westen hat, abweicht. Ist die Abweichung größer oder geringer; oder senkt sich das nördliche oder das südliche Ende der Nadel, so kann man überzeugt seyn, daß sich auf der Stelle Erz befindet. Der Erzsucher muß dann behutsam die Richtung verfolgen, nach welcher die Nadel abweicht, bis sie sich wieder nach der anderen Seite umwendet. — Diese Wendungspunkte muß man dann genau bemerken, weil sie, wenigstens wenn man einen ordentlichen Erzzug vor sich hat, die Mitte des Erzganges, oder wenigstens die Stelle bezeichnen, wo das Erz am mehrsten zu Tage ausgeht oder

oder die geringste Erdbedeckung über sich hat. Von den Wendungspunkten begiebt man sich zuerst nach der einen, und dann nach der anderen Seite, und bemerkt die Stellen, an welchen die Nadel das Erz verläßt, oder ihre regelmäßige nördliche Richtung wieder annimmt. Ist die Entfernung geringe, und beträgt sie nur einige wenige Ellen, so kann man schließen, daß das Erz eine geringe Ausdehnung hat. Läßt die Nadel auf der einen Seite des Wendungspunktes schnell los, und weicht sie dagegen auf der anderen Seite sehr lange von der nördlichen Richtung ab, so kann man vermuthen, daß der Erzgang auf dieser Seite seine Donnlage haben müsse, die desto stärker ist, je länger die Abweichung statt findet. Alsdann verfolgt man die Länge des Erzzuges nach Anleitung der Nadel, von den Wendepunkten aus. Sollte die Nadel aber von allen Seiten schnell loslassen, so ist dies ein Beweis daß das Erz nur ein kleines Nest bildet, oder eine geringe Ausdehnung hat, dessen Abbau dann nicht der Mühe und Arbeit werth ist.

Ich könnte viele solche aus Erfahrung abgeleitete Regeln angeben; theils würde dies aber zu weit führen, theils ist es unmöglich, einen vollständigen schriftlichen Unterricht über die sogenannte Erzsucherkunst zu ertheilen. Es wird dazu nothwendig Erfahrung erfordert, und diese läßt sich am schnellsten in erzreichen Gegenden, entweder durch Anleitung eines Erzsuchers, oder durch eigne Beobachtungen über das Verhalten der Compaßnadeln in den im Betriebe befindlichen Eisengruben, wenn man durch vorhergegangene Schürfe die Lage und Beschaffenheit des Eisenerzzuges genau kennt, erwerben. Die unzähligen Abweichungen im Verhalten dieser unterirdischen Schätze, machen es unmöglich, genaue Regeln für einen Gegenstand zu ertheilen, der unendlich viele Beobachtungen voraussetzt. Wer die mehrsten Beobachtungen angestellt hat, und die Erfah-

rungen

rungen anderer Bergleute am besten zu benutzen versteht, wird sich auch am besten helfen können. — Lesenswerth sind die Bemerkungen des Hrn. C. G. Bredenberg über den rechten Gebrauch des Compasses beim Aufsuchen der Eisenerze, welche sich in dem ersten Quartal der Verhandlungen der Königl. Schwed. Akademie der Wissenschaften für das Jahr 1760 befinden *). Der Inhalt dieser Bemerkungen besteht hauptsächlich darin, daß man die Nadel beim Erzsuchen öfters in eine zitternde Bewegung setzen soll, weil sich die Anwesenheit des Erzes dann viel eher verräth, als wenn die Nadel still steht, indem sie im letzten Fall die nördliche Richtung nicht so leicht verläßt. Wenn die schwingende Nadel zum Stillstand kommt, so sieht man bald, ob sie durch vorhandenes Eisenerz aus ihrer Richtung gebracht ist. Wenn kein Erz vorhanden ist, so pflegt sie nach 5 oder 6maligem Vibriren auf ihrem gewöhnlichen Punkt stille zu stehen. Befinden sich aber Eisenerze in nördlicher Richtung so sind die Schwingungen schneller als gewöhnlich und die Nadel steht nach 2 oder 3 Vibrationen. Sind südwärts Eisenerze vorhanden, so macht die Nadel mehrere und langsamere Vibrationen ehe sie einsteht. Eben so läßt sich die Länge des Zuges, wenn das Erz gegen Osten oder gegen Westen liegt, bei einer in Bewegung gesetzten Nadel besser, als bei einer stillstehenden wahrnehmen.

§. 42. Von der Verfertigung des Stahlmagnets.

Im §. 35 habe ich schon einige Schriftsteller angeführt, welche die Verfertigung der Stahlmagnete beschrieben haben, und vorzüglich auf eine kleine Schrift des Hrn. Geuns aufmerksam gemacht, welche 1769 zu Cölln unter dem Titel: Kurze Abhandlung, wie alle ordentliche, künstliche Magnete zu verfertigen seyn, herausgekommen ist. Weil diese Schriften nicht immer

zu

*) B. XXII. S. 74 f. der Kästnerschen Uebersetzung.

zu haben sind, die Schreibart auch etwas weitläuftig und ermüdend ist, der Gegenstand aber gleichwohl viel Erfahrung erfordert, so schien es mir nützlich zu seyn, hier einen kurzen Auszug aus jener Abhandlung, nämlich die Verfertigung der Magnete aus graden Stangen, als den am mehrsten gebräuchlichen, mitzutheilen.

Ueber den besten Stahl zu den Magnetstangen habe ich mich schon im §. 34 erklärt. Hr. Geuns hat zwar sehr ausführlich gezeigt, wie diese Stangen geschmiedet, gefeilt, geschliffen, gehärtet und polirt werden müssen; weil man aber die Bekanntschaft mit diesem Verfahren bei jedem sachverständigen Feinschmidt und Instrumentenmacher voraussetzen muß, so kann ich es hier übergehen und darf mich nur auf den Inhalt der §§. 6 — 13, und auf das in der Folge (§§. 276 — 278) noch Anzuführende über das Härten, Schleifen und Poliren beziehen. Die Hauptsache besteht mit wenigen Worten darin, daß der Stahl gut gegerbt, beim Schmieden schraubenförmig gedreht, daß er gehörig geschweißt, dicht und ohne Ritzen seyn muß, daß die Stangen durchaus gleich lang, dick und breit, vollkommen rechtwinklicht und genau an einander passend geschmiedet, und daß sie gut gehärtet, angelaufen und polirt sind. Die Größe der Stahlstangen ist zwar willkührlich; weil man den großen Stangen die magnetische Kraft aber nur mit viel mehr Mühe als den kleineren mittheilen kann, so macht man sie lieber von mittlerer Größe, 6 bis $6\frac{1}{2}$ Zoll lang, schwache $\frac{5}{8}$ Zoll breit, auch wohl noch schmäler und $\frac{1}{8}$ Zoll stark. Alsdann bringt man 4, 6, 8 oder 12 in einen Bündel zusammen, weil sie in der Vereinigung viel stärker wirken.

Zuerst muß man vier polirte Schienen oder Stahlstangen, durch sanftes Reiben oder Streichen, ohne Hülfe eines anderen Magnets dadurch magnetisch machen, daß man eine glatte hölzerne Stange a. c. (Fig. 1) die etwa 3 Zoll im Quadrat und 5 Ellen lang seyn

muß, dergestalt gegen eine Wand a b, stellt, daß die Linie b c. mit der Declinationslinie, welche die Magnetnadel mit der wahren Mittagslinie macht, (die man zwischen 10 und 16 Graden annehmen kann) parallel läuft. — Der Neigungswinkel b c a. muß aber mit dem Inclinationswinkel der Magnetnadel (welcher in Schweden ungefähr 75 Grad unter der Horizontallinie ist) gleich seyn. Auf dieser hölzernen Stange ist bei d. ein kleiner hölzerner Kloß oder Vorsteher befestiget, gegen welchen das eine Ende eines starken, ebenen und glatten Eisenstabes d e., der $\frac{3}{4}$ Zoll im Quadrat und 2 Ellen lang ist, gelehnt wird. Der kleine hölzerne Kloß d. muß $\frac{1}{8}$ Zoll höher seyn, als die Dicke des Eisenstabes d e. beträgt, damit die zu magnetisirende Stahlstange oder die Schiene f., ebenfalls noch gegen ihn gelehnt werden kann. Weiter unten auf der genannten hölzernen Stange ist ein noch einmal so hoher hölzerner Kloß h. befestiget, der ungefähr einen Zoll tief gabelförmig ausgeschnitten ist, so daß ein zweiter Eisenstab f g., der mit d e. einerlei Beschaffenheit hat, in diese Vertiefung hinein gelegt, und darin hin und her geschoben werden kann. Je schwerer und größer diese Eisenstäbe seyn können, desto besser ist es.

Ist alles auf diese Art zubereitet, so legt man eine von den zu magnetisirenden Stahlschienen bei f. auf den eisernen Stab d e., so daß sich ihr unteres Ende (welches der Nordpol wird) gegen den Kloß d. anlehnt, ohne einer weiteren Befestigung zu bedürfen. Der zweite Eisenstab f g., wird in die Vertiefung des Klotzes h. hinein gelegt, sein oberes Ende (welches jetzt der Südpol ist) mit der rechten Hand gegen das obere Ende der Stahlschienen stark angedrückt, und dann ganz langsam bis zum unteren oder nördlichen Ende der Schiene hinuntergestrichen, ohne daß er aus der Vertiefung in dem Kloß h. heraus geriethe. Ist das erste Streichen beendiget, so hebt man den Eisenstab 2 bis 3 Zoll hoch

in

in die Höhe, zieht ihn, ohne die Stahlschienen zu berühren, wieder hinauf, drückt das obere Ende desselben, wie beim ersten mal, gegen das obere Ende der Stahlschiene und streicht dann wieder langsam, aber mit starkem Druck so weit hinunter, bis man das untere Ende der Stahlschiene erreicht hat. Auf diese Art muß man das Streichen ungefähr 20 mal wiederholen, wozu 7 bis 8 Minuten Zeit erforderlich sind. Alsdann dreht man die Stahlschienen um, so daß die untere Seite oben kommt, ohne aber die Pole zu verwechseln, und wiederholt das Streichen auf dieser Seite auf dieselbe Art und eben so oft, als auf der vorigen Seite. — Geht das Streichen gut von statten, so kann die Schiene jetzt schon ein Gewicht von einem halben Loth tragen. Das Ende, welches der Nordpol werden soll, muß immer, entweder mit einem N oder mit Feilstrichen auf allen vier Seiten bezeichnet werden. Will man die Stahlschienen von einander unterscheiden, um etwa zu sehen, welche die stärkste wird, so kann man nach Belieben die eine weiß lassen, die anderen drei aber gelb, violett oder blau anlaufen lassen; indeß muß das Anlaufen immer vor dem Magnetisiren geschehen. — Gewöhnlich werden auf diese Art zuerst vier Stahlschienen gestrichen, ehe man einen Bündel daraus macht. Werden die zusammengelegten vier Schienen noch 20 mal auf jeder Seite gestrichen, so kann jede Schiene ein Loth tragen. Streicht man sie zum dritten mal, also jede einzeln zusammen 60 mal, so zieht jede Schiene 1½ Loth oder ¾ Unzen Eisen, welches sich durch Streichen mit einem starken Magnet nicht bewirken läßt.

Von diesen vier Magnetstangen oder gestrichenen Stahlschienen macht man auf die Art einen Bündel, daß man zwei Stangen mit ihren nördlichen Polen so dicht zusammen legt, als wenn sie eine einzige Stange ausmachten, und mit den beiden anderen umgekehrt auf dieselbe Art verfährt. So haben also die beiden

Stan-

Stangen A B., (Fig. 2) ihren Nordpol unten bei B. und die andern beiden Stangen C D. haben ihn oben bei C. In der Mitte wird das Bündel durch ein dünnes Messingblech, welches die Stärke eines Kartenblattes hat, getrennt, und an diesem Blech ist die Zunge c. (Fig. 3) eines kleinen Stückchens Eisen, oder noch besser, einer dünnen gehärteten Stahlplatte a b c. befestiget; wodurch die beiden Pole mit einander in Verbindung gesetzt werden. An beiden Enden bindet man den Bündel mit zwei Schnüren von Messingdrath zusammen. — Auf diese Art wird man in den Stand gesetzt, mit diesem künstlichen Magnet acht oder mehrere Klingen, Stäbe oder Schienen, zu gleicher Zeit und zwar folgendergestalt magnetisch zu machen: Man legt die acht neuen, noch nicht gestrichenen Stahlschienen auf ein starkes glatt gehobeltes Brett a b c d., (Fig. 4) und sichert sie vor dem Verschieben dadurch, daß man an allen vier Ecken zweckmäßig eingerichtete Messingwinkel anbringt, die durch kleine hölzerne Schrauben, nach Anleitung der Zeichnung befestiget werden. Das Ende einer jeden Schiene, welches der Nordpol werden soll, ist hier mit einem N bezeichnet; es wird gegen das unbezeichnete Ende der nächsten Schiene, welches zum Südpol bestimmt ist, gelegt, und so reihet man eine Schiene an die andere an. — Soll ihnen nun durch Streichen die magnetische Kraft mitgetheilt werden, so legt man den zusammengebundenen Stahlbündel oder die nunmehrigen Stahlmagnete, mitten auf eine Schiene bei e, so daß die bezeichnete Seite oder der Nordpol nach d, und der Südpol nach c gekehrt ist, und schiebt das letztgenannte Ende, mit einigem Druck, aber langsam links nach c, ohne den Bündel zu wenden. Alsdann führt man den Bündel zurück nach d, wendet sich mit ihm behutsam in einen rechten Winkel, so daß der Nordpol nach b gekehrt ist, und bringt ihn in dieser Lage nach b, von da wieder zurück nach d, und von da end-

endlich wieder nach b, worauf dann die Stange b d, für diesmal gestrichen ist. Der Magnetbündel, welcher jetzt auf der Ecke b steht, wird dann wieder unter einem rechten Winkel, ohne ihn aber aufzuheben, gewendet, so daß der Nordpol, oder die mit N bezeichnete Seite des Bündels nach a gekehrt ist. Der Bündel wird nun von b nach a, und dann über alle drei Stangen von a nach b zurück, und dann wieder von b nach a, mit gehörigem Druck langsam fortgezogen. In a macht man wieder eine Wendung von 90 Graden nach der linken Hand, und schiebt den Bündel langsam von a nach c, und dann von c nach a zurück. Ist dies geschehen, so sind alle Stangen auf der einen Seite gestrichen und magnetisirt. Dasselbe muß nun auch auf der anderen Seite der ausgelegten Stahlschienen geschehen; wobei man aber den Magnetbündel ganz ungerührt mitten auf der Schiene a c, oder auf einer andern Schiene stehen läßt, und die andern Stahlstangen, eine nach der andern, umkehrt, so daß die Seite, welche vorhin unten war, ohne die Kette zu unterbrechen, oder eine Stange von der anderen zu trennen, nach oben gekehrt wird. Alsdann zieht man den Bündel von der noch nicht umgekehrten Schiene auf eine von den schon umgekehrten Stangen, kehrt jene auch noch um, und streicht dann alle Stangen auf die schon vorhin beschriebene Art zwei oder dreimal. Zieht man alsdann den Bündel auf einer Ecke ab, so findet man, daß die magnetisirten Schienen stärkere Magnete, als der Bündel selbst, geworden sind.

Von diesen zuletzt gestrichenen Stäben werden vier genommen und daraus eben solcher Bündel, als der vorige war, gemacht. Dieser aber wird losgebunden, seine Stäbe werden in der vorhin beschriebenen Ordnung hingelegt, und dann eben so, wie ich oben gezeigt habe, mit dem neuen Magnetbündel gestrichen. Man kehrt sie um und streicht sie auf jeder Seite zwei

bis

bis dreimal, bis sie die größtmöglichste Kraft angenommen haben. Von diesen Schienen kann man alsdann Bündel aus 4 und aus 8 Stangen machen, welche auf die oben bereits angezeigte Art mit Messingdrath zusammengebunden, und mit zwischengelegtem Messingblech so wie mit Eisen- oder Stahlfüßen versehen werden. Größere Bündel von 12, 16 und 32 Stangen werden auf eben die Art zusammengesetzt, wie Hr. Geuns sehr ausführlich dargethan hat, was ich hier aber füglich übergehen kann. — Der vorzüglichste Handgriff besteht in der genauen Befolgung der angeführten Ordnung, daß nämlich jederzeit die freundschaftlichen Pole, der Nordpol mit dem Südpol, und der Südpol mit dem Nordpol gestrichen werden, ohne eine Veränderung oder eine entgegensetzte Wendung vorzunehmen.

§. 43. Von der Verfertigung der Compaßnadeln.

In den vorhergehenden Paragraphen dieser Abtheilung ist bereits der Verfertigung der Magnetstangen oder der künstlichen Magnete, und des Nutzens der Magnetnadeln für die Erzsucher u. s. f. gedacht. Weil die verschiedenen Eisen- und Stahlarten aber sehr verschiedene Eigenschaften und ein sehr ungleiches Vermögen besitzen, magnetisch zu werden, indem sie die magnetische Kraft bald schneller bald langsamer, bald stärker bald schwächer annehmen; so müßte ich vor allen Dingen erst untersuchen, welche Eisen- oder Stahlarten zu den Compassen vorzüglich geschickt sind. Darüber habe ich indeß in den §§. 34, 35 und 36 Mehreres angeführt und kann mich daher jetzt desto kürzer fassen.

Weil das weiche Eisen die magnetische Kraft sehr schnell annimmt, aber auch sehr bald wieder fahren läßt, so darf es nur zum Armiren oder Einfassen der Magnetsteine, und nicht zur Verfertigung der Compaßnadeln genommen werden, indem diese ihre Kraft lange behalten sollen, folglich aus Stahl angefertigt seyn müssen.

Man

Man muß ein zur Stahlbereitung vorzüglich qualificirtes Eisen aussuchen, und die Zubereitungsart wählen, welche dem Zweck am mehrsten angemessen ist. Alle Eisenarten, die aus solchen Erzen erblasen sind, welche wenig oder gar nicht vom Magnet gezogen werden, von denen ich im §. 39 einige angeführt habe, sollten vor allen Dingen, weil sie von Natur nicht dazu bestimmt worden sind, ausgeschlossen werden. Dahin gehören vorzüglich die weißen und mehrere sehr braunsteinhaltige Eisenerze. Attraktorische und retraktorische Eisenerze aber, oder mit einem Wort, unsere schwedischen Quicksteinerze sind die Erze, welche das beste Eisen zu diesem Zweck geben, unter denen man daher die vorzüglichsten aussuchen kann *). — Das **weichste Eisen** aus unseren Dürrsteinerzen oder aus den Blutsteinartigen Eisenerzen, die vom Magnet nicht angezogen werden, giebt daher nicht den besten Grundstoff zum Stahl. — **Kaltbrüchiges Eisen** ist unbrauchbar, weil es weder zu einem guten Stahl wird, noch sich magnetisch machen, auch nicht kalt bearbeiten läßt, welches zu diesem Zweck durchaus nöthig ist. — **Rothbrüchiges Eisen** verdient dagegen Aufmerksamkeit, wenn man sich erinnert, was **Cronstedt** von dem Magnet von Gagnåf, und **Hermelin** von dem Magnet aus der Rökåre- und Getö-Grube (im XXVIII. Bande d. Verhandl. d. Königl. Schwed. Akad. d. Wissenschaft für 1767) anführen, nämlich: daß magnetische Eisenerze oder Magnetsteine in keiner größeren Teufe vorkommen, als bis wohin

*) Ich muß bemerken, daß es nach diesen Aeußerungen des Hrn. R. wohl den Anschein haben könnte, als wenn diejenigen Erze, welche die schwedischen Metallurgen Quicksteinerze nennen, im rohen ungerösteten Zustande vom Magnet angezogen würden. Dies ist aber gar nicht der Fall, wenigstens nicht beim Spatheisenstein und bei mehreren Eisenglanzen. Umgekehrt werden aber einige Magneteisensteine zu den Dürrsteinerzen gerechnet, von denen Hr. R. versichert, daß sie kein gutes Eisen zum Stahl geben. Es geht hieraus hervor, daß das Verhalten der rohen Erze gegen den Magnet ganz und gar nicht hinreicht, zu entscheiden, ob sie ein zu Stahl brauchbares Eisen geben werden, oder nicht.

wohin noch Wasser und Luft durch die Sprünge und Spalten der Gebirge dringen können, daß diese Erze eingesprengten Schwefelkies enthalten, und daß sie gewöhnlich sehr geneigt sind, an der Luft zu rosten u. s. f. Alles dies deutet aber auf Rothbruch, und man wird um so geneigter dieses Eisen auszuwählen, wenn man mit dem eben Angeführten die früher gemachte Bemerkung verbindet, daß etwas Schwefel den Magnetismus des Eisens mehr befördert, als es demselben hinderlich ist. Das Eisen muß aber nicht in dem hohen Grade rothbrüchig seyn, daß es sich nicht gut schmieden und bearbeiten läßt. — Das Dannemorer Erz ist eins von unseren bekanntesten, vorzüglichsten und gesuchtesten Quicksteinerzen. Der daraus gefertigte Stahl, er sei aus Roheisen gefrischt, oder aus Stabeisen cementirt, ist in der Regel brauchbar. Der englische sowohl, als der schwedische, aus diesem Material im Flammofen bereitete Stahl, und die daraus angefertigten starken Stahlmagnete, sind ein Beweis seiner Güte. In den kleinen Schürfen und Dukeln der Dannemora-Grube findet man häufig magnetische und attraktorische Eisenerze, mehrerer in Schweden im Umtriebe befindlicher Quicksteinerz-Gruben nicht einmal zu gedenken. Aus solchen Erzen ist auch der Gerbstahl erzeugt, der zu Skyßhütte im Kirchspiel Norbergk, dessen ich bereits als zu diesem Zweck sehr anwendbar erwähnt habe, verfertiget wird.

Sehr harter Brennstahl, besonders der, den man durch das Brennen mit Holzkohlen erhält, läßt sich nicht füglich anwenden, weil er gewöhnlich zu viel Brennbares enthält, welches, wie wir gesehen haben, in zu großer Menge der magnetischen Kraft hinderlich ist. Sehr stark gehärteter Stahl ist zu Magnetstäben gar nicht zu gebrauchen, weil er die magnetische Kraft nicht annimmt. Wird dieser Stahl gegerbt, oder mehrere male umgebogen und geschweißt, so verliert er etwas

von

von seiner Härte und das überflüssige Brennbare wird weggetrieben. Auf diese Art wird der Brennstahl zu den Uhrfedern zubereitet; er wird mit umwickeltem Eisen gegerbt, zu Zainen ausgereckt, zu Drath gezogen, dieser wird in braunrother Hitze oder beinahe in der Kälte durch Hämmern breit geschlagen; zwischen zwei Feilen gezogen, durch Reiben zwischen Bleischeiben polirt und geschliffen, in Oel gehärtet und endlich muß er mehrere male bis zur blauen Farbe anlaufen, welches aus dem Vorhergehenden (§. 31) hinlänglich bekannt ist. Aus §. 35 geht hervor, daß diese Handgriffe die magnetische Kraft vorzüglich erwecken, und weil die englischen Uhrfedern die gedachten Manipulationen sämmtlich erleiden müssen, so sind sie auch zur Anfertigung der Compaßnadeln am besten zu gebrauchen. Eine bessere Bereitungsart ist mir gar nicht bekannt. Sollte man keine Gelegenheit haben, Stücken von einer solchen Feder bekommen zu können, so muß man es wenigstens am Gerben, häufigem kalten Hämmern, Ziehen zwischen zwei Feilen, Härten in gelinder braunrother Hitze, Blauanlaufenlassen, Poliren mit Crocus martis und Schmirgel und endlich am Anlaufen bis zur blauen Farbe nicht fehlen lassen.

Hr. Professor Wilke hat bei mehreren Gelegenheiten, vorzüglich aber in seiner merkwürdigen Abhandlung von der Erregung des Magnetismus durch die Electricität, in den Verhandlungen der Königl. Schwed. Akademie d. Wissenschaften für das Jahr 1766 nicht allein große Aufschlüsse über die Theorie des Magnetismus gegeben, sondern auch viele Versuche angestellt, um das beste Material zu den Magnetnadeln auszuwählen. Im §. 9 sagt er: „Große und harte Nähnadeln „werden durch elektrische Schläge viel mehr mag„netisch, wenn man sie vorher anlaufen läßt. Zu „weiche und geglühete Nadeln erhalten weit weniger „Stärke. Es geht hieraus hervor, daß die Beschaf-

„fenheit und Härtung des Stahls einen großen Einfluß „auf den Magnetismus haben müssen.“ Ferner heißt es im §. 21: „Wenn eine Nähnadel vermittelst eines „Messingdrathes in der Flamme eines Lichtes schwebend „erhalten, und ein ziemlich starker Magnet in der Ent„fernung von einigen wenigen Linien, gegen die Nadel „gehalten wird, so findet durchaus keine Bewegung „statt, so lange die Nadel in der Flamme glüht; sobald „man die Nadel aber aus der Flamme nimmt, und sie „sich nur etwas abgekühlt hat, wird sie schon in der „Entfernung von mehreren Zollen angezogen. — Wird „sie schnell abgekühlt, so zeigt sie, in gehöriger Stel„lung, eine noch größere magnetische Kraft.“ Aus den fortgesetzten Versuchen des Hrn. **Wilke** ging her- vor: „daß eine, vermittelst eines Messingdraths in einer „Lichtflamme geglühte, und in senkrechter Richtung „plötzlich in kaltem Wasser abgelöschte Nadel, an dem „untern Ende einen fixirten Nordpol und an dem obern „Ende einen beständigen Südpol, eben so wie durch „einen elektrischen Schlag erhielt. Die magnetische „Kraft wird daher sowohl durch die Electricität, als „auch durch bloßes Feuer erregt, besonders wenn die „Hitze so zu sagen nur einen Augenblick wirkt und eine „starke Abkühlung darauf folgt.“ Dieses läßt sich noch durch mehrere Versuche erweisen, und da ich weiter unten beim Härten des Stahls zeigen werde, daß feine Stahlspitzen bloß durch ein schnelles Abkühlen in der Luft gehärtet werden können, so folgt daraus, daß das Härten, vorzüglich in senkrechter, oder ungefehr in der Richtung welche der Inclinations-Compaß verlangt, zur Beförderung der Kraft einer Magnetnadel nützlich und nöthig sey, wovon ich schon oben (§. 35) etwas angeführt habe.

Die Größe der Magnetnadel ist willkührlich und richtet sich nach Umständen und nach dem beabsichtigten Gebrauch. Zu einigen Versuchen und zu den Seecom-

passen wird eine Länge von 8 bis 12 Zollen, bei verschiedener Breite und Stärke, deshalb erfordert, damit man durch einen größeren Zirkel eine genauere Eintheilung der Grade erhält. Aber zu den sogenannten Grubencompassen, welche zum Erzsuchen angewendet werden, (und von diesen ist hier die Rede) würde eine solche Länge unbequem seyn. Die Erfahrung lehrt außerdem, daß ein kleiner natürlicher Magnet nicht allein mehr Kraft als ein großer hat, sondern daß eine leichte und dünne Stahlstange die magnetische Kraft, im Verhältniß ihres absoluten Gewichtes, auch viel leichter als eine schwere und starke annimmt. — Durch eine leichte Nadel wird auch die Friktion der Hülse gegen die feine Spitze, auf welcher die Nadel spielt, die sich nie gänzlich vermeiden läßt, merklich vermindert. Je leichter man daher die Nadel machen kann, desto schneller wird sie durch Eisen in Bewegung gesetzt, und dies ist für die Erzsucher die Hauptsache. Uhrfedern leisten daher zu diesen Nadeln, die man höchstens drei Zoll lang macht, die besten Dienste.

Bei der Anfertigung selbst verfährt man gewöhnlich so, daß man auf der Mitte der zu einer Nadel bestimmten Feder, mit einem Fluß, (in der Regel mit Silber- oder Goldschlagloth und Borax) einen kleinen messingenen Knopf oder Huth, der einige Linien stark ist auflöthet, welches sich mit einem guten Blaserohr auf einer Kohle am besten bewerkstelligen läßt. Auf der unteren Seite der Stahlfeder, welche rein gescheuert seyn muß, wird in der Mitte des Knopfes ein kleiner Punkt gestochen, und durch diesen Punkt werden vermittelst eines spitzen Griffels, eine feine aber sichtbare Linie in der Mitte der Stahlfeder, und eine zweite nach der Richtung ihrer Länge gezogen, welche nachher bei der Anfertigung der Nadel zum Anhalten genommen werden müssen. Durch den eben erwähnten Punkt wird dann mit großer Genauigkeit und in völlig senkrechter

Rich-

Richtung mit der Ebene der Feder, durch den Stahl hindurch und etwa eine halbe Linie tief in den Messinghuth hinein, vermittelst eines Stahlbohrers, der sich in eine ganz scharfe aber schräge Spitze endigen und in einen einzigen Punkt auslaufen muß, ein konisches Loch gebohrt, und dieses auf eine feine, zum Tragen der Nadel bestimmte Stahlspitze gesetzt, so daß sich die Nadel nach allen Seiten frei bewegen, oder ohne Hindernisse dekliniren und incliniren kann. Von der Härte, Politur und Feinheit des Ruhepunkts hängt die Empfindlichkeit der Nadel ganz ungemein ab, weshalb man das oben erwähnte kleine konische Loch auch wohl in einem kleinen halbkugelförmigen Agat oder in ein Krystallstück einzuschleifen, und dieses mit dem messingenen Huth einzufassen pflegt. Wo dies aber zu mühsam ist, muß man sich freilich mit Messing begnügen, sucht dann aber dem Punkt dadurch mehr Härte und Genauigkeit zu geben, daß man ihn mit mäßiger Kraft über eine feine gut polirte Spitze schlägt. Härtere Metallmischungen als Messing lassen sich nicht gut feilen. — Wie diese Messinghüthe hernach äußerlich durch Feilen weiter zugerichtet, und die kleinen Federn, welche die Nadel in die Höhe drücken, angebracht werden müssen, damit das zu schnelle Abfallen der Nadel von der Spitze in dem oben mit einem Glase bedeckten Gehäuse vermieden wird, ist hinlänglich bekannt, und man kann sich an jedem Compaß selbst davon unterrichten. Der Willkühr eines Jeden bleibt es auch überlassen, ob man der Nadel die Gestalt eines Pfeils geben, ob man sie platt lassen will u. s. f.; nur ist es wohl zu bemerken, daß die oben angeführten beiden Linien recht genau mitten durch das konische Loch, oder durch den Aufhängepunkt gezogen seyn müssen, daß man die Messinghüthe so leicht und sauber als möglich machen, und das Ende, welches den Nordpol vorstellt, durch irgend ein Abzeichen von dem Südpol unterscheiden muß.

Wenn

Wenn die Nadel fertig ist, muß sie vermittelst eines Messingdraths aufgehängt, vor dem Blaserohr braunroth geglühet und, mit dem Nordpol voran, schnell senkrecht im Wasser gehärtet werden. Alsdann läßt man sie behutsam auf einem Stück Eisen blau anlaufen, richtet sie in diesem Zustande der Wärme, wenn sie Beulen oder Biegungen erhalten haben sollte, polirt sie mit Schmirgel, Crocus martis oder Zinnasche, und läßt sie endlich wieder, theils zur Zierde, theils um sie gegen den Rost zu verwahren, blau anlaufen. Beim Härten müssen die Löthung und der Messinghuth gegen das Erglühen durch einen aufgestrichenen Brei von feiner, mit Wasser angefeuchteter Kreide, verwahrt werden. Das Härten erfordert eine sehr große Geschicklichkeit, und weil ein Ungeübter damit nicht leicht zu Stande kommt, so läßt man die Nadeln gewöhnlich ungehärtet. Will man daher dieser beschwerlichen Arbeit ausweichen, und die Härte welche die Uhrfeder an und für sich hat, zu erhalten suchen, so läßt man die Feder nur ein wenig stärker als bis zur blauen Farbe (ohne sie in den wirklichen Glühzustand zu versezzen) anlaufen, so daß eine scharfe Feile, oder der Bohrer schon darauf wirken. Dann bohrt man durch den Mittelpunkt der Feder ein so großes Loch, daß der Messinghuth mit seinem kleinen Absatz in dasselbe hineingebracht und durch vorsichtiges Nieten darin befestiget werden kann, worauf man das konische Loch einsetzt, und die äußeren Flächen so, wie bereits oben erwähnt ist, zurichtet.

Beim Erzsuchen leistet der sogenannte **Inklinations- oder Stangencompaß**, vorzüglich gute Dienste. Dieser ist so eingerichtet, daß sich die Nadel nicht allein in horizontaler Richtung ohne alle Hindernisse frei hin und her bewegen kann, sondern, daß sich ihre nördliche und südliche Spitze auch mit Leichtigkeit in einem Winkel von 70 bis 80 Graden unter der Horizontalfläche zu

zu neigen im Stande sind. So eingerichtet wird die Nadel von dem unter ihr liegenden Erz leichter in Bewegung gesetzt, weil dieses eher die Spitze eines Poles zur Erde hinunterziehen, als die Nadel aus der Richtung des Meridians bringen kann. — Wie solche Compasse, zum Gebrauch auf der See, um die ungleichen Inklinationen der Magnetnadel an den verschiedenen Orten auf der Erde auszumitteln, mit großer Genauigkeit angefertiget werden können, hat Hr. Wilke im 33. Band der Abhandl. d. Königl. Schwed. Akad. der Wissenschaften für das Jahr 1772 gezeigt. Für die Erzsucher bedarf es keiner so künstlichen Zusammensetzung. Die Nadel wird entweder aus einer Uhrfeder, oder wenigstens aus einem auf dieselbe Art zubereiteten Stück Stahl gemacht, und muß etwa 3 Zoll lang und 3 Zoll breit seyn. Durch den Mittelpunkt der Nadel wird ein Strich nach der Richtung ihrer Länge und im rechten Winkel mit diesem, ein zweiter nach der Richtung der Breite gezogen, und im Durchschnittspunkt ein 3 Linien langes und ½ Linie breites Loch angebracht. Von der Breite der Nadel wird alsdann, von jeder Seite etwas mehr als eine halbe Linie weggefeilt, und nur in der Mitte, wo die Querlinien gezogen sind, bleibt die ganze Breite stehen, so daß dadurch zwei kleine feine Axen, eine auf jeder Seite, gebildet werden. Man spitzt nun beide Enden zu und giebt dem nördlichen Pol ein Abzeichen von dem südlichen. Nach dem Abschleifen mit Schmirgel, nach dem Poliren und Anlaufen ist die Nadel fertig. — Die messingene Hülse oder der Huth wird alsdann für sich besonders angefertiget und ungefehr eben so, wie ich oben erwähnt habe, mit einem konischen Loch versehen. Auf der untern Seite dieser Hülse läßt man aber zwei kleine niederhängende Ohren stehen, worin Löcher gebohrt werden, von denen eins ganz durch geht, damit die Nadel mit ihren Axen in diese kleinen Löcher hineingeführt, und sich darin ganz

frei,

frei, sowohl in senkrechter als horizontaler Richtung bewegen kann, sobald man die Nadel vermittelst ihrer Hülse aufgehängt hat. Das mit Glas bedeckte Gehäuse, oder die Kapsel, worin eine solche Nadel gebracht wird, muß so tief seyn, als die ganze Nadel lang ist, und der Stift, auf welchem sie aufgehängt wird, muß eine Länge haben, welche der halben Länge der Nadel gleich kommt. — Alle Stifte müssen von Messing und mit einem kleinen, eine halbe Linie langen Ende von Stahl versehen, angefertigt seyn. Die Stahlspitze wird angelöthet, gehärtet und so stark als möglich zugespitzt, weil die Empfindlichkeit der Nadel davon sehr abhängt.

Wenn eine solche Nadel fertig ist, muß sie mit ihren polirten feinen Axen in den geräumigen und recht glatten Löchern stets horizontal schweben, man mag sie in eine Lage bringen, in welche man will. Sobald sie aber mit einem Magnet gestrichen ist, senkt sich der Nordpol wieder, und zwar so tief als es der Stift oder die Hülse nur gestatten. Dieses Niedersenken nennt man die Inklination der Magnetnadel; welche in dem mittleren Theil von Schweden ungefähr 75 Grad beträgt. Unter den Polen würde die Nadel aber fast senkrecht stehen, so wie sie an gewissen Orten unter dem Aequator durchaus waagerecht schwebt. Zum Gebrauch für die Erzsucher muß die Nadel indeß auch nach dem Streichen wieder eine horizontale Lage haben, und dies bewirkt man dadurch, daß man vom Nordpol etwas abfeilt, oder noch besser dadurch, daß man auf dem Südpol ein kleines messingenes Gewicht anbringt, welches sich hin und her schieben läßt, bis man der Nadel die waagerechte Lage gegeben hat. — Finden die Erzsucher dann, daß sich die Nadel senkt, so ist dies ein Beweis daß eine anziehende Kraft, oder Eisenerz in der Teufe vorhanden seyn muß, wovon ich im §. 41 bereits gesprochen habe. — Die Verfertigungsweise von meh-

reren

reren Arten von Magnetnadeln gehört nicht hierher. Man findet hierüber in den oben erwähnten Verhandlungen der Königl. Schwed. Akad. d. Wissenschaften und in mehreren Werken, besonders in der 1773 zu Kopenhagen herausgekommenen Schrift des Hrn. Lous: Tentamina experimentorum ad compassum perficiendum etc. nähere Auskunft.

Zum Beschluß habe ich hier noch des Verfahrens zu erwähnen, eine fertige und aufgehängte Compaßnadel schnell dahin zu bringen, daß sie Polarität annimmt. Man bewirkt dies durch Streichen oder durch ein gewisses Reiben, mit einem natürlichen Magnet, oder mit einem künstlich gemachten Stahlmagnet. Die Erfahrung hat gelehrt, daß die Nadel eine desto größere Stärke erhält, je größer und stärker der Magnet ist, den man zum Streichen anwendet. Ein kleiner Magnet von 2 bis 3 Loth schwer, der mehrere male so viel zieht als er selbst wiegt, theilt der Nadel eine geringere Kraft mit, als ein größerer Magnet von einigen Pfunden, wenn gleich der letztere kaum so viel als sein eigenes Gewicht beträgt, ziehen sollte. Eine Hauptregel ist aber die, daß man das Ende der zu magnetisirenden Nadel, welches der Nordpol werden soll, mit dem Südpol des Magnets, oder mit dem Ende desselben streicht, welches die nördliche Spitze einer bestrichenen Magnetnadel anzieht.

Beim Streichen selbst bedient man sich folgendes Handgriffs. Man legt die Nadel mit ihrem aufgelötheten Knopf oder Huth auf eine ganz ebene hölzerne Leiste, worin für die Hülse oder für den Huth ein kleines Loch eingesenkt worden ist, so daß die untere Seite der Nadel nach oben kommt. Das Ende, welches der Nordpol werden soll, wird nach Norden gewendet und die hölzerne Leiste unter demselben Winkel geneigt, den die Inklination der Magnetnadel erfordert, in Schweden also unter einem Winkel von 75 Graden. Nun bringt

man den Magnet in die Mitte der auf der hölzernen Leiste festgebundenen Nadel mit seinem Südpol, und zieht ihn langsam mit einigem Druck längst dem nördlichen Ende der Nadel hin, hebt ihn dann so hoch daß er aus dem magnetischen Wirkungskreise kommt, setzt seinen Südpol wieder auf die Mitte der Nadel auf, und zieht ihn längst dem nördlichen Ende der letzteren fort, mit welchem Streichen man 10 oder 12 mal fortfährt, da dann die Magnetnadel gewöhnlich die größte Kraft erhalten hat.

Man kann das südliche Ende der Nadel auf eben die Art mit dem Nordpol des Magnets streichen; sie erhält aber dadurch keinen bedeutenden Zuwachs an Kraft. Mit zwei Magnetsteinen, oder mit zwei gleich starken Magnetstäben, können beide Enden der Magnetnadel zu gleicher Zeit gestrichen werden, wenn man den Nordpol des einen und den Südpol des andern Magnets in der Mitte der Nadel aufstellt und nun mit der rechten und mit der linken Hand zu gleicher Zeit das südliche und das nördliche Ende der Nadel auf die angegebene Art, streicht. — Die Inklinationsnadeln werden auf eben diese Art gestrichen, wenn man sie vorher auf der hölzernen Leiste, vermittelst kleiner messingener Stiftchen befestiget hat. — Es scheint zur Verstärkung der magnetischen Kraft nicht wenig beizutragen, wenn man die Nadel zuerst durch elektrische Schläge zwischen ein paar Eisenstangen magnetisirt, welches Verfahren Hr. Wilke im 27. Band der Verhandlungen der Königl. Schwed. Akad. d. Wissenschaften für das Jahr 1766 S. 305 beschrieben hat. Durch kleine Bruchstücken von Eisen läßt sich leicht ausmitteln, wann die Nadel die stärkste Kraft angenommen hat, indem sie alsdann die größte Anzahl von diesen Drathstücken, die sich als Glieder einer Kette an einander reihen, mit ihrem Nordpol anzuziehen im Stande ist.

Vierte Abtheilung.

Von dem Verhalten des Eisens in der Wärme und im Feuer.

§. 44. Von der Ausdehnung des Eisens in der Wärme.

Die erste Wirkung welche durch eine Erhöhung der Temperatur über die gewöhnliche mittlere atmosphärische Wärme, beim Eisen und Stahl sowohl, als auch bei dem größten Theil aller festen und flüssigen Körper hervorgebracht wird, ist die Erweiterung oder Ausdehnung derselben nach allen ihren Dimensionen. — Hr. Triewald führt in seinen Vorlesungen Th. I. S. 170 den Versuch an, daß ein dünner Eisenzain, einen viertel Zoll im Quadrat stark und 4 Fuß lang, durch das bloße Reiben so warm gemacht ward, daß sich seine Länge um $\frac{1}{8}$ Zoll vermehrte; in der Rothglühhitze ward er um einen guten halben Zoll länger, nach dem Abkühlen erhielt er wieder seine vorige Länge. — Hr. Faggot hat in den Abhandl. d. Königl. Schwed. Akad. d. Wissenschaften für d. Jahr 1740 S. 429 u. f. f. gezeigt, wie nützlich es ist, eine Kenntniß von der Ausdehnung des Eisens und der übrigen Körper in der Wärme zu besitzen und zugleich eine leichte Methode angegeben, wie man die dazu abzweckenden Versuche anstellen kann. —

Hn.

Hn. Musschenbroek verdanken wir aber ohne Zweifel die größten Fortschritte in diesen Untersuchungen, indem er sich eines von ihm selbst erfundenen Mikrometers, oder eines kleinen Instrumentes bediente, welches vermittelst eines Zeigers, wie bei einer Uhr, die kleinsten Ausdehnungen der Metalle, bis auf den 12,500sten Theil eines Zolles angiebt, wenn man die kleinen Zaine der verschiedenen Metalle über einer Weingeistlampe erwärmt. Durch diesen sogenannten Mikrometer (der in den Act. Florent. T. II. S. 12 u. s. f. so wie in Hn. Nollet's Physik Th. 2 beschrieben ist) hat man gefunden, daß sich ein Eisenzain, von 32 Graden des Thermometers an gerechnet, in dem Verhältniß als mehrere Lampen zur Erhitzung desselben angewendet wurden, immer mehr und mehr verlängerte.

Folgende Tabelle zeigt das Verhalten des Eisens und des Stahls, so wie mehrerer anderer Metalle, nach pyrometrischen Graden, von denen jeder $\frac{1}{12500}$ eines rheinländischen Zolles bedeutet.

Expansions-Tabelle.

	Eisen	Stahl	Kupfer	Messing	Zinn	Blei
Eine Flamme in der Mitte des Zains . .	80	85	89	100	153	155
Zwei Flammen in der Mitte des Zains zusammenwirkend . . .	117	123	155	200	—	274
Zwei Flammen, zwei Zoll von einander . .	109	94	92	141	219	263
Drei Flammen, in der Mitte, nahe an einander	142	168	193	275	—	—
Vier Flammen, in der Mitte des Zains zusammenwirkend . .	211	270	270	361	—	—
Fünf Flammen, eben so angewendet . .	230	310	310	377	—	—

Es lassen sich hieraus folgende Schlüsse ziehen:

a. Daß sich das Eisen unter allen Metallen am wenigsten ausdehnt, der Stahl aber mehr als das Eisen. Das letztere ist daher zu allen Werkzeugen, bei denen

denen die Ausdehnbarkeit eine große Aenderung machen würde, z. B. zu Uhrpendeln, Maaßstäben u. s. f. vorzüglich anwendbar.

b. Daß sich das Blei am stärksten und am mehrsten ausdehnt.

c. Daß die Ausdehnbarkeit mit dem specifischen Gewicht der Metalle nicht im Verhältniß steht, obgleich die stärkere Ausdehnung des Stahls wohl zur Vermuthung Anlaß geben könnte, daß er, weil er schwerer ist, auch aus mehreren metallischen Theilen bestehen müsse, als das Eisen.

d. Daß sich die Ausdehnbarkeit der Metalle auch nicht nach ihrer Zähigkeit richtet, indem sich nach den angestellten Versuchen, die Zähigkeit des Eisens wie 450, die des Kupfers wie $299\frac{1}{4}$, des Messings wie 360, des Zinnes wie $49\frac{1}{4}$ und des Bleies wie $29\frac{1}{4}$ verhält. Ein Golddrath von gleicher Stärke als die eben genannten Metalle (nämlich $\frac{1}{10}$ rheinl. Zoll im Durchmesser) trägt 500, und ein Silberdrath 270 Pfund, ehe sie reißen, in welchem Sinn auch die bei den anderen Metallen eben angegebenen Zahlen zu verstehen sind.

e. Daß die Ausdehnung zuerst, ehe die Hitze in den von der Kälte zusammengezogenen Poren eingedrungen ist, sehr langsam fortschreitet; daß sie alsdann aber stärker, und dann wieder langsamer erfolgt, und zwar bis zu dem Grade, daß die Expansionskraft mit dem Zusammenhang der Materie, oder mit der Attraktionskraft der einzelnen Theile unter sich das Gleichgewicht hält, in welchem Hitzgrade nachher alle weitere Ausdehnung aufhört. Es scheint beinahe, daß die größere oder geringere Ausdehnbarkeit der Metalle mit ihrer größeren oder geringeren Leichtflüssigkeit im Verhältniß steht; wenigstens ist dies beim Eisen, Stahl, Kupfer und Messing der Fall. Nur das Blei scheint eine Ausnahme von dieser Regel zu machen, weil es eine größere Ausdehnung als das Zinn erleidet, aber

doch

doch einen grösseren Wärmegrad als dieses zum Schmelzen erfordert.

Eben so hat Hr. **Musschenbroek** auch Beobachtungen über die zur Ausdehnung erforderliche Zeit angestellt und gefunden, daß sich das Zinn am schnellsten ausdehnt, dann folgt das Blei, dann das Messing, endlich das Kupfer und zuletzt das Eisen, welches bei gleichen Graden der Hitze die längste Zeit zur Ausdehnung erforderte. In demselben Wärmegrad worin sich z. B. das Zinn in vier Sekunden um 5 Grade ausdehnte, hatte sich das Eisen in 9 Sekunden nur um einen einzigen Grad verlängert. Die Schnelligkeit der Ausdehnung des Bleies zum Eisen verhielt sich wie 9 zu 1, und zum Messing wie 5 zu 1. — Eine Eisenstange von der Länge eines halben Fußes verlängerte sich vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt um 53 und eine Stahlstange um 36 pyrometrische Grade. Als dieser Eisenzain mit einem Ende in geschmolzenes Blei gestellt ward, verlängerte er sich um 217 Grade; in geschmolzenem Zinn aber nur um die Hälfte, nämlich um 109 Grade des Pyrometers. Mehrere ähnliche Versuche findet man in **Musschenbroek's** schätzenswerthen Abhandlungen angeführt *).

Diese Beobachtungen erklären manche Erscheinungen bei der Ausdehnung des Eisens in der Hitze. Aus diesem Grunde müssen z. B. die Eisenstäbe beim Stahlbrennen zwei bis drei Zoll kürzer seyn, als die Cementirkasten, in welche sie gelegt werden sollen, damit sie das Mauerwerk, bei der Ausdehnung in der Brennhitze, nicht wegdrücken. — Ich habe einmal gesehen, daß Roheisen um geschmiedetes Eisen gegossen ward, weil man das erstere dadurch zu verstärken glaubte; nach vielen vergeblichen Versuchen mußte man aber davon abstehen, weil sich das geschmiedete Eisen, welches mit beiden

*) Musschenbroek introduction ad philosophiam naturalem. T. II. §. 1527 u. f.

beiden Enden in dem gegossenen eingeschlossen war, immer krumm zog und die Form verdarb. Man hätte diesem Uebel indeß vorbeugen können, wenn man auf die Ausdehnung des Eisens Rücksicht genommen, und die Eisenstange glühend gemacht hätte, ehe man sie mit dem flüssigen Roheisen einschloß. — Wo man eiserne Bolzen oder eiserne Anker in Mauern, die einer starken Erhizzung ausgesetzt sind, legen will, muß diese Eigenschaft ebenfalls berücksichtiget werden und ein hinlänglicher Spielraum bleiben, damit sich das Eisen ausdehnen und wieder zusammenziehen kann. Beachtet man dies nicht, so wird man die nachtheilige Erfahrung machen, daß die stärksten Mauern durch die Kraft der Ausdehnung nach und nach Sprünge erhalten und schadhaft werden. — Werden Kanonen über Kernstangen von Stabeisen gegossen, so müssen sich diese Stangen ungehindert der Länge nach ausdehnen können, damit sie sich nicht nach der einen Seite in das flüssige Metall hineinbiegen, und die Seele der Kanonen verderben. — Den Mechanikern ist diese Eigenschaft des Eisens sehr bekannt, und sie wissen ihren nachtheiligen Folgen möglichst zu begegnen. Besonders hat sich ihr Talent bei den Pendeln der Wanduhren gezeigt, welche nicht die geringste Veränderung in der Länge, ohne den Gang der Uhr zu stören, erleiden dürfen. Hr. Faggot hat dazu in seinem oben angegebenen Werk mehrere Mittel angegeben. Durch die künstliche Zusammensetzung der Pendeln bei den astronomischen Uhren aus Messing und Eisen, werden die Expansionsgrade des einen Metalls durch die des andern korrigirt. — Jeder Schmidt muß ebenfalls mit der Ausdehnbarkeit des Eisens bekannt seyn. Die ungleiche Ausdehnung des Eisens und des Stahls bewirkt es, daß sich ein Stück Stahl, welches eine ungleiche Härte besitzt, oder auf der einen Seite Eisenstränge hat, beim Härten (oder beim Abkühlen im Wasser) jederzeit nach der Seite hin krumm

zieht,

zieht, auf welcher sich das Eisen befindet, oder wo der Stahl am wenigsten hart ist. Dieses rührt nämlich von der größeren Ausdehnung des Stahls in der Hitze, und von seinem geringeren Zusammenziehen beim Härten, oder eigentlich daher, daß der Stahl nach dem Härten dieselbe Ausdehnung behält, die er beim Glühen erhalten hat, wogegen das Eisen seine vorigen Dimensionen wieder annimmt. — Man kann diesem Uebel dadurch vorbeugen, daß man die Arbeit vor dem Härten nach der Seite zu, auf welcher sich der härteste Stahl befindet, krumm biegt, damit sie sich nach dem Härten wieder gerade zieht. Der Stahl, welcher sich nach einer ganz gleichförmigen Erhitzung, in dünnen Stäben, nach dem Härten am wenigsten zieht oder wirft, ist immer der reinste, härteste und von Eisensträngen am mehrsten frei. — Sollten Eisenringe geschmiedet und inwendig mit Stahl ausgelegt werden, so muß man sie vorher tüchtig schweißen, damit sie sich beim Abkühlen im Wasser nicht werfen und aus der Form kommen können; offne Ringe, deren beide Enden nach dem Härten zusammengeschmiedet werden sollen, müssen an der innern Seite mit einem Stück geschmiedetem Eisen belegt werden, u. s. f.

Man hat mit dem Pyrometer des Hn. **Muschenbroek** zu bestimmen gesucht, wie stark sich Eisen und andere Metalle, von der starken Glühhitze bis zum Gefrierpunkt, zusammenziehen, und wie sich die Abkühlung in der Luft gegen die im luftleeren Raum verhält. Aus diesen Versuchen ging hervor, daß sich das Eisen desto stärker zusammenzog, je größer die Glühhitze war, worin es sich vorher befunden hatte; ferner, daß ein Metall desto schneller erkaltete und beim Erkalten sein voriges Volum einnahm, je geneigter es war sich in der Hitze auszudehnen; aber auch umgekehrt, daß sich ein Metall desto langsamer in der Hitze ausdehnte, je längere Zeit es zum Zusammenziehen in der Kälte erforderte.

derte. Endlich zeigten diese Versuche auch, daß sich die Metalle schneller in der Luft als im luftleeren Raum abkühlen, worüber man eine sehr genaue Tabelle in dem Dictionnaire des arts T. II. p. 188 findet. — Einige Schriftsteller führen zum Beweis der schwefelartigen Natur des Eisens an, daß es von allen Metallen am schnellsten glühend werde; dies stimmt aber mit den oben erwähnten Versuchen nicht überein. Da das Eisen nämlich am langsamsten erkaltet, wenn man es aus der Hitze nimmt, so muß es auch zum Erglühen mehr Zeit als die übrigen Metalle nöthig haben, vorausgesetzt, daß man gleich große Stücken von jedem Metalle einer gleich hohen Temperatur aussetzt. Daher bemerkt Hr. v. Reaumur in seiner Kunst Stahl zu verfertigen auch sehr richtig, daß sich ein Stück Stahl in einer Schmiedeesse weit schneller bis zu einem gewissen Grad erhitzen lasse, als ein eben so großes Stück Eisen in derselben Hitze. Die Schmiede wenden daher, wenn sie Eisen mit Stahl zusammenschweißen sollen, auch die Vorsicht an, daß sie das Eisen dahin legen, wo der Hitzgrad am größten ist, damit Eisen und Stahl zu gleicher Zeit denjenigen Grad der Hitze erhalten, welcher zum Zusammenschweißen beider Theile erfordert wird. Eine Ursache dieses Verfahrens mag auch wohl die seyn, daß der Stahl eher zum Schmelzen geneigt ist, als das Eisen, wovon ich weiter unten ausführlicher reden werde.

Bei der Ausdehnung des Eisens in einem noch höheren Hitzgrade, nämlich bei seiner Umänderung zu Stahl im Cementirofen, hat Hr. v. Reaumur die Beobachtung angestellt, daß ein Stück Eisen von 5 Zoll Länge, nach der Umwandlung in Stahl und nach dem Erkalten um $1\frac{1}{2}$ Linien länger geworden war, wobei seine Breite und Dicke ohne Zweifel in eben diesem Verhältniß zugenommen hatten. Durch die Veränderung des specifischen Gewichts wird dieses noch wahrscheinlicher und einleuchtender. Ein Stück weiches Eisen, dessen

sen specifisches Gewicht 7,698 war, ward zu Stahl gebrannt, und nahm dadurch am Volum so zu, daß das specifische Gewicht nur 7,255 blieb; als dieser Stahl aber durch Schmieden zusammengearbeitet ward, vergrößerte sich das eigenthümliche Gewicht wieder bis zu 7,767, und ward also größer als das des Stabeisens.— Aus dem Anschwellen des Stahls im Stahlofen, läßt sich die Ausdehnung auch deutlich wahrnehmen. Die Eisenstäbe, welche beim Einsetzen nämlich ungefähr einen halben Zoll von einander entfernt gelegen hatten, waren nach ihrer Verwandlung in Stahl merklich näher an einander gerückt. Daß bei dieser Verwandlung des Eisens in Stahl eine Art von Anschwellung oder Gährung vorgeht, beweisen die vielen Höhlungen und Blasen, die sich sowohl äußerlich als auch inwendig beim Zerschlagen der Stahlstäbe zeigen. — Es ist daher gar nicht zu verwundern, daß der rohe und ungeschmiedete Stahl nach dem Brennen und Abkühlen, eine Vergrößerung seines Volums erhalten muß. Eine größere Aufmerksamkeit verdient aber die Erfahrung, daß der dichte und geschmiedete Stahl, nach dem Glühen und schnellen Abkühlen im Wasser, oder durch das gewöhnliche Härten, seine durch die Hitze erhaltene Ausdehnung von $\frac{1}{48}$ seines anfänglichen Volums beibehält, oder daß das Volumen des gehärteten Stahls sich zu dem des ungehärteten (nach den Erfahrungen des Hn. v. Reaumur) wie 49 zu 48 verhält. — Ich habe diese Beobachtung durch einen Versuch auf einem anderen Wege bestätiget gefunden. Ich wog zwei Arten von ungehärtetem und weichem Brennstahl mit aller Genauigkeit im Wasser ab, und fand das specifische Gewicht des einen 7,751 und das des andern 7,991. Nach dem Härten war das eigenthümliche Gewicht des ersteren 7,553 und das des zweite 7,708 geblieben. Von der Verminderung des specifischen Gewichtes beider Stahlarten nach dem Härten, läßt sich auf die Zunahme ihres Volums schließen.

Der wahrscheinliche Grund der Härte und der Eigenschaft des Stahls nach dem Härten oder schnellen Abkühlen sein durch die Hitze vergrößertes Volum beizubehalten und nicht wieder zu verlieren, wird sich weiter unten (§. 276) ergeben. Es wird dann deutlich werden, daß das Brennbare, welches in größerer Menge im Stahl als im Eisen vorhanden ist, nicht allein einen höheren Grad der Metallisirung aller Eisentheilchen, und eine vollkommene Reduction eines großen Theils der verbrannten Eisentheilchen und der noch etwa eingemengten Eisenerde bewirkt, sondern daß das Phlogiston auch, nach seiner gewöhnlichen Art, zum leichteren Schmelzen und zu einem größeren Zusammenhang der Theilchen unter sich und mit ihrer Oberfläche beiträgt. Daher muß es dann auch kommen, daß das Bindungsmittel, (oder dasjenige was man sich zwischen den Stahltheilchen denken kann) bei der Ausdehnung des Stahls in der Hitze in eine Art von Fluß kommt, und beim Ablöschen im Wasser plötzlich erstarrt, so daß sich die Theilchen wegen ihrer innern Anziehungskraft nicht weiter zusammenziehen können, sondern beim Abkühlen beinah dasselbe Volum als beim Glühen in der Hitze behalten. Giebt man den Theilchen aber durch langsames Abkühlen in der Luft Gelegenheit, sich allmälig zusammen zu ziehen, so muß der Stahl auch sein anfängliches Volum wieder einnehmen. — Läßt man den Stahl bis zur dunkelrothen Farbe, oder in einem so geringen Hitzgrade glühen, daß das Phlogiston zum Zusammenschmelzen der Theilchen nicht mit wirksam seyn kann, so wird er durch schnelles Abkühlen weder hart werden noch sein Volum vergrößern, sondern in demselben Zustande bleiben, als wäre er nach und nach in der Luft abgekühlt *.)

Der

*) Die Härte und Elasticität, aber auch zugleich die Sprödigkeit, welche der Stahl durch das **Härten** d. h. durch eine plötzliche Abkühlung nach einer starken Erhitzung erhält, welches bei keinem von den übrigen Metallen und selbst nicht einmal bei dem reinen Eisen der Fall ist, stehen ohne allen Zweifel mit der Eigenschaft

Der am mehrsten mit Phlogiston gesättigte Stahl, ist auch am mehrsten zum Schmelzen geneigt, und braucht daher keine so große Hitze, um seine Theile zu vereinigen, oder mit anderen Worten, er läßt sich in geringerer Hitze härten. Je weniger der Stahl in der Glühhitze ausgedehnt wird, desto dichter und fester wird er nach dem Härten. Hierauf beruht die wichtige Regel beim Härten, daß Stahl, welcher eine gute Härte erhalten soll, nicht über denjenigen Grad der Hitze erwärmt werden muß, in dem er die verlangte Härte annimmt. — Erhitzt man den Stahl bis zum Weißglühen oder bis zum Anfange des Schmelzens, in welchem Fall die Cohaesion oder die Attraktionskraft durch die Ausdehnung vernichtet wird, und nimmt man die Härtung in diesem Augenblick vor, so wird der Stahl spröde und wenig zusammenhängend, so daß man seine Theilchen leicht trennen kann. Ein Theil des Stahls wird dadurch so spröde, daß man ihn mit grosser Leichtigkeit zu pulvern im Stande ist; ein anderer Theil aber so weich, daß er nach dem Härten in dem weißglühenden Zustande, fast so, als wenn er gar nicht gehärtet wäre, gefeilt werden kann. Das Eisen enthält dagegen nicht so viel Phlogiston, und deshalb können seine Theilchen in der gewöhnlichen Glühhitze nicht so leicht zusammenschmelzen; deshalb kann es sich aber auch beim Härten nicht anders als Stahl, der bei einem zu geringen Grad von Hitze im Wasser abgelöscht wird, verhal-

des Stahls, sich durch das plötzliche Erkalten nicht bedeutend zusammen zu ziehen, und oft sogar die beim Glühen erhaltene Ausdehnung zum Theil beizubehalten, in Verbindung. Was aber eigentlich beim Härten vorgeht und wie dadurch so außerordentliche Wirkungen hervorgebracht werden können, das ist bis jetzt noch unerklärt geblieben, obgleich es wohl als entschieden angesehen werden kann, daß der Sauerstoff dabei eine Hauptrolle spielt. Daher geht das Härten bei heiterer reiner Luft auch weit besser von statten, als bei schlechtem Wetter, und daher muß der zu härtende glühende Stahl nicht unmittelbar aus dem Feuer ins Wasser gebracht, sondern vorher durch die Luft geführt werden. Geschieht dies letztere nicht, so soll gar keine Härtung erfolgen, welches in der That sehr merkwürdig wäre.

verhalten; die Theilchen können sich nämlich, weil sie nicht zusammengebacken sind, beim Abkühlen im Wasser eben so gut als in der freien Luft zusammenziehen.

Das Angeführte wird in der neunten Abtheilung noch deutlicher gemacht werden; ich mußte hier aber vorläufig schon der Hauptmomente erwähnen. Eine weitläuftigere und tiefsinnigere Erklärung, die von der angenommenen eigenthümlichen Gestalt der Theilchen hergeleitet ist, kann man in der zweiten Abtheilung des oben angeführten Reaumur'schen Werkes finden.

§. 45. Von den Veränderungen welche die verschiedenen Eisenarten durch die Ausdehnung erleiden.

Was ich vorhin von der Ausdehnung des Eisens beim Stahlbrennen angeführt habe, leidet nach der verschiedenen Beschaffenheit und nach den innern Eigenschaften der verschiedenen Eisenarten eine große Abänderung. Je lockerer, weicher, zäher und sehniger oder adriger und schiefriger das Eisen im Bruch ist, desto mehrere und größere Blasen und kleine Löcher erhält es beim Stahlbrennen, indem es dabei von der Hitze sehr stark ausgedehnt worden seyn muß. Hartes, festes, dichtes und im Bruch körniges Eisen, bekommt in jener Hitze um so weniger Blasen, wird also um so weniger ausgedehnt, je dichter es war. — Guter geschmiedeter Brennstahl, der als das dichteste Eisen zu betrachten ist, dehnt sich daher durch nochmaliges Brennen nur sehr wenig aus, und erhält auswendig nur höchst wenige, oder gar keine Blasen. Reine Roheisenstäbe schwellen, wenn man sie beim Stahlbrennen mit in den Ofen legt, ebenfalls nicht auf, sondern behalten ihre vorige Größe ganz ungeändert. Die ungleiche Ausdehnung, oder das Aufblähen der verschiedenen Eisenarten in der Stahlcementirhitze rührt also unbezweifelt von der ungleichen inneren Beschaffenheit des Eisens her, so wie

wie das Aufblähen eine Folge der Ausdehnung ist. Ungeachtet dieser Verschiedenheit scheint doch aus dem Vorhergehenden und aus den noch folgenden Erfahrungen hervorzugehen; daß sich alle Eisenarten dann am mehrsten ausdehnen, wenn sie dem Schmelzpunkt am nächsten kommen, weil in diesem Zustand eine Art von Gährung statt findet; daß sie sich aber nach dem Schmelzen, und wenn sie in dem angemessenen Grad von Hitze flüssig geworden sind, wieder mehr zusammenziehen. — Ich habe schon bemerkt, daß sich die Ausdehnung des Eisens am besten beim Stahlbrennen bemerken läßt, weil das Eisen dabei mit Brennbarem umgeben und gewissermaßen darin eingewickelt ist. Hierbei dehnt sich kein Eisen mehr aus und wird blasiger, als das rothbrüchige, oder dasjenige Eisen, bei welchem sich deutliche Spuren von vorhandener Schwefelsäure zeigen. Indem die Säure sich nämlich mit dem Brennbaren zu verbinden und flüchtig zu werden strebt, entsteht eine Art von Gährung und etwas elastische Luft, welche durch die Wirkung der Hitze ausgetrieben wird. Der Stahl und das Roheisen, welche mit dem Brennbaren so zu sagen schon gesättiget sind, müssen daher in dieser Hitze nothwendig eine geringere Veränderung und Ausdehnung erleiden. Merkwürdig ist es aber daß Stahl, der sich bei einer geringeren Hitze bekanntlich stärker als das Eisen ausdehnt, in einem stärkeren Hitzgrade in eben dem Maaße geringer ausgedehnt wird, als die Ausdehnung des Stabeisens zunimmt. — Erwägt man indeß, daß sowohl das Roheisen als der Stahl in ihrer Zusammensetzung mehr Brennbares, oder mehr Phlogiston als geschmeidiges Eisen enthalten, und daß das letztere vor einem gewöhnlichen Gebläse nicht eher geschmolzen werden kann, als bis es so viel Phlogiston aufgenommen hat, daß es als wirklicher Stahl, oder als Roheisen erscheint; so ist es sehr einleuchtend, warum das geschmeidige Eisen in dem Augen-

Augenblick, wenn jener Proceß oder die Aufnahme des Phlogiston statt findet, eine Veränderung durch die Ausdehnung seiner Theile erleiden muß.

Ich habe oben (§. 44) gesagt, daß der Brennstahl im Augenblick des Härtens fast dieselbe Ausdehnung behält, welche er beim Glühen erhalten hat; oder daß sich das Volumen des gehärteten Stahls gegen das des ungehärteten etwa um $\frac{1}{48}$ vermehrt, so daß das specifische Gewicht des letztern größer ist, als das des gehärteten Stahls. — Diese Ausdehnung leidet indeß beträchtliche Abänderungen, die sich theils nach den verschiedenen Hitzgraden in welcher die Abkühlung vorgenommen wird, theils, und vorzüglich nach der Beschaffenheit des Stahls selbst richtet. Ich habe im §. 24 das specifische Gewicht des ungehärteten Steyermärkischen Grebestahls 7,782 gefunden, und nach dem Härten hatte eben dieser Stahl ein eigenthümliches Gewicht von 7,822. Diese Stahlart ward also durch das Härten specifisch schwerer, und verminderte beim Abkühlen im Wasser ihr Volum um $\frac{1}{27}$, verhielt sich also beinah so wie Stabeisen, und gerade umgekehrt wie der Brennstahl. Hierin liegt auch ohne Zweifel der Grund der beträchtlich größeren Stärke des gegerbten, und durch unmittelbares Schmelzen aus dem Roheisen erzeugten Steyermärkischen Stahls gegen den Brennstahl, indem derjenige Stahl, welcher sich nach dem Härten ausdehnt, unstreitig eine geringere Cohaesion haben, oder spröder seyn muß, als der Stahl, der nach dem Härten ein kleineres Volum als vorher einnimmt.

Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß Versuche über die verschiedenen Ausdehnungen der verschiedenen Eisen- und Stahlarten einen großen Aufschluß über die Kenntniß der verschiedenen Stahlarten in Betracht ihrer ungleichen Stärke geben würden. Aus den bereits angeführten und aus vielen anderen Versuchen, die ich der Kürze wegen hier nicht mittheilen kann, läßt sich

aber

aber der sichere Schluß ziehen, daß diejenige Stahlart, welche in einem gewissen, ihr angemessenen Hitzgrad gehärtet, eine sehr geringe oder gar keine Ausdehnung erleidet, die größte Stärke besitzt und dem Brechen am mehrsten widersteht. Dagegen steht hiermit aber auch die Erfahrung in Verbindung, daß sich die Härte des Stahls in demselben Grade vermindert, als seine Zähigkeit und Stärke zunehmen, oder als sich der Stahl den Eigenschaften des Stabeisens nähert.

§. 46. Von der Ausdehnung des Eisens in der Schmelzhitze.

Wir haben vorhin das Verhalten des Eisens und des Stahls in Betref ihrer Ausdehnung bis zum Schmelzungsgrade verfolgt, und müssen jetzt sehen, wie es sich in dieser Rücksicht im fließenden Zustande selbst verhält. — Bis jetzt ist es aber noch nicht gelungen, das geschmeidige Eisen im Zustande der Flüssigkeit, so daß es sich gießen läßt, darzustellen, und daher kann hier nur vom Roheisen die Rede seyn. Ob es sich in diesem großen Hitzgrade ausdehnt oder zusammenzieht, läßt sich durch eine direkte Messung mit Instrumenten nicht ausmitteln. Hr. v. Reaumur hat indeß in den Abhandlungen der Pariser Akademie für das Jahr 1726 einen sinnreichen Versuch angegeben, der hierüber einigen Aufschluß geben kann. Er hat bei der Untersuchung des Verhaltens mehrerer Metalle gefunden, daß Silber, Kupfer, Blei und Zinn immer eine konkave oder ausgehöhlte Oberfläche zeigten, ehe sie ausgegossen wurden. Eben so fand er auch, daß ungeschmolzene Stücken Metall in das in einem Tiegel befindliche flüssige Metall von gleicher Art hineingethan, sogleich und zwar mit solcher Geschwindigkeit niedersanken, daß er deutlich hören konnte, wenn sie den Boden berührten. Daraus ließ sich nun der sichere Schluß ziehen, daß jene Metalle im ungeschmolzenen Zustande schwerer, also weni-

weniger ausgedehnt seyn müssen, als wenn sie geschmolzen sind, und daß sie beim Erstarren ein geringeres Volumen einnehmen, oder sich zusammenziehen und eine kleinere Oberfläche erhalten.

Als er diesen Versuch aber bei dem Eisen anstellte, ergab sich ein ganz entgegengesetztes Resultat. Nach seiner Behauptung soll eine fließende Roheisenmasse keine konkave oder ausgehöhlte, sondern eine konvexe erhabene Oberfläche zeigen. Er schmolz Roheisen in einem Tiegel, und warf, nachdem er es von den Schlacken gehörig gereiniget hatte, ungeschmolzene Stücken von verschiedenen Roheisenarten hinein, welche alle wie Eis auf dem Wasser schwammen, und gleich wieder in die Höhe kamen, wenn sie niedergestoßen wurden, zum Beweise, daß das ungeschmolzene Eisen leichter und ausgedehnter als das geschmolzene seyn müsse, oder daß sich das letztere beim Erstarren ausdehne und ein größeres Volum annehme. — Diesem Verhalten des Eisens schreibt er auch die Eigenschaft desselben zu, beim Gießen in Formen die feinsten Abdrücke, und zwar feinere als irgend ein anderes Metall, annehmen zu können *). Indem es sich nämlich beim Erstarren ausdehne, müsse es die feinsten Eindrücke der Form annehmen, weshalb sich auch die Formmasse so fest an das Eisen ansetze, daß sie nur mit Mühe davon getrennt werden könne, welches bei den andern Metallen, die sich in der Form zusammenziehen, und welche die Größe der Form nicht so wie das Eisen beibehalten, oder sogar noch etwas größer als dieselbe werden, nicht der Fall sey.

Ich gebe zu, daß sich das Eisen wirklich so, wie es in dem Versuche erzählt worden ist, verhält, denn ich habe mich durch viele Versuche selbst davon überzeugt; allein die daraus hergeleitete Folgerung, daß sich das Eisen

*) Aus dem B. VII. der Mem de l'Acad. in den Hannöv. gelehrten Anz. 1754 St. 70.

Eisen beim Erstarren ausdehne, muß noch näher bewiesen werden, weil die Erfahrung in vielen Fällen das Gegentheil zeigt, worüber ich und Andere mehrere Versuche angestellt haben. Es ist richtig, daß sich das Eisen im höchsten Grade ausdehnt, wenn es sich dem Schmelzungsgrade nähert, und daß es sich beim Schmelzen selbst wieder etwas zusammenzieht. Daraus läßt sich aber noch nicht mit Sicherheit schließen, daß es in diesem Zustande dichter oder specifisch schwerer als ein Stück kaltes Eisen ist. — Es ist bei allen diesen Versuchen wohl zu bemerken, daß das kalte oder doch sehr wenig warme Stück Roheisen, wenn es in die geschmolzene Masse getaucht wird, zuerst zu Boden sinkt und sich dann sehr bald wieder in die Höhe begiebt. Dies scheint darauf hinzudeuten, daß sich das ungeschmolzene Roheisen in dieser starken Hitze stärker als das geschmolzene ausdehnt; es läßt sich aber auch außerdem nicht vermeiden, daß sich das ganze Stück beim Erglühen nicht mit einer Schlackenhaut bedecken sollte, welche specifisch leichter als das Eisen ist, so daß diese Schlackenhaut, nicht allein wegen ihrer Leichtigkeit, sondern auch weil sie von dem regulinischen Metall abgestoßen wird, wesentlich zu der Erscheinung, daß das ungeschmolzene Roheisen auf dem geschmolzenen schwimmt, beitragen kann *).

Wenn man aber auch sogar zugeben wollte, daß geschmolzenes Eisen specifisch schwerer als kaltes sey,
(wel-

*) Es bedarf dieser gezwungenen und in der Wirklichkeit wohl nicht gegründeten Annahme von einer stärkeren Ausdehnung des ungeschmolzenen als des flüssigen Roheisens eben so wenig, als zur Entstehung einer Schlackenhaut seine Zuflucht zu nehmen, um die Erscheinung zu erklären, warum ein festes Stück Roheisen auf dem geschmolzenen schwimmt. Die Ursache liegt nämlich in der Krystallisation des Roheisens. Aus demselben Grunde schwimmt auch das Eis auf dem Wasser, und die Ausnahme von dem allgemein unwandelbaren Gesetz, daß die Wärme die Körper ausdehnt sie also specifisch leichter macht, ist in beiden Fällen nur scheinbar Da das Roheisen außerdem noch, wie Hr. R. auch sehr richtig bemerkt, beim Erstarren häufig Blasen und Gallen erhält, so ist es gar nicht zu verwundern, wenn es, statt in dem geschmolzenen Roheisen niederzusinken, auf demselben schwimmt.

(welches jedoch nach den zuverlässigen Versuchen im §. 28 nicht der Fall ist) so würde daraus doch noch nicht folgen, daß es sich nicht, wie die anderen Metalle, beim Erstarren, oder bei dem Uebergange vom geschmolzenen in den festen Zustand, wirklich zusammen ziehen sollte; die äußere Fläche wird vielmehr zuerst erstarren, und kann der inneren Zusammenziehung der Masse, welche im Mittelpunkt zuletzt vor sich geht, nicht mehr folgen, so daß Höhlungen und Poren zurückbleiben, welches durch die Erfahrung hinlänglich bewiesen wird. — Es ist freilich wahr, daß sich kein Metall besser gießen läßt, und reinere Abdrücke, wären sie auch noch so fein, annimmt, als das Eisen, weil kein Metall einen größeren Grad von Hitze zum Flüssigwerden erfordert. Gerade dieser Umstand bewirkt es aber auch, daß das Eisen in demselben Augenblick erstarrt, als es im fließenden Zustande die kältere Form, sie bestehe aus einer Masse, aus welcher sie wolle, berührt, und daß es bei diesem äußeren Erstarren alle, und selbst die feinsten Eindrücke der Form anzunehmen im Stande ist; obgleich dadurch noch nicht verhindert wird, daß sich nicht das Innere des Eisens, so lange es noch flüssig und warm ist, in einen kleineren Raum zusammenziehen, aber keinesweges ausdehnen sollte. — Daß die anderen Metalle im Guß nicht so scharf ausfallen, rührt daher, weil sie länger flüssig bleiben und weil sie inwendig und äußerlich fast zu gleicher Zeit erstarren. Roheisen, welches in eine von allen Seiten eingeschlossene und ganz kalte Sandform gegossen ward und plötzlich in derselben erstarrte, ohne sich allmählig zusammenziehen zu können, hatte ein bedeutend geringeres specifisches Gewicht, als dasselbe Eisen, welches in einer offenen Form ausgegossen war, in welcher es sich ungehindert zusammenziehen konnte, indem sich das Gewicht des ersteren zu dem des letzteren, wie 177 zu 196 verhielt.

Bei genauerer Untersuchung findet man auch, daß das in einer verdeckten Form gegossene Eisen unendlich viele kleine Blasen hat, die man mit bloßen Augen kaum wahrnehmen kann, wogegen das in der offenen Form gegossene Roheisen ganz dicht und von allen solchen Blasen frei ist. Es kann daher wohl den Anschein haben, daß sich das geschmolzene Eisen in dem Augenblick des Abkühlens ausdehnt, obgleich es sich bei einem langsamen Erstarren wirklich eben so wie alle übrigen Metalle zusammenzieht. Es lassen sich sehr viele Erfahrungen hierüber anführen. — Alles gute Roheisen, welches in eine gewöhnliche offene Sandform (in Gestalt der Gänze oder Floßen geleitet wird, erhält nach dem Erstarren eine etwas vertiefte Oberfläche. Alle eiserne Kugeln, welche in eisernen Formen oder Schalen gegossen werden, bekommen beim Einguß eben solche Vertiefungen, wie die Bleikugeln. Diesen Vertiefungen, oder dem Senken, wodurch das Schwinden des Eisens beim Erstarren übrigens ganz offenbar bewiesen wird, muß man entweder durch das schnelle Umkehren der Form, oder durch das Ausfüllen der entstandenen Vertiefungen mit Blei, wie ich es in Frankreich gesehen habe, oder endlich auf die im §. 47 angeführte Weise, abzuhelfen oder unschädlich zu machen suchen. — Den Kanonengießern ist dieses Schwinden oder Senken des Eisens auch wohl bekannt, und deshalb müssen sie auf dem Kopfstück des Geschützes noch einen sogenannten **verlornen Kopf** oder einen Ueberlaufklumpen stehen lassen, der durch das Schwinden des Eisens beim Erstarren größtentheils hohl wird, indem sich das Eisen aus demselben in die Form senkt. — Bei allen anderen Güssen ist dies derselbe Fall; die Eingüsse oder die sogenannten Güßlinge werden nämlich immer hohl, und müssen daher stets eine hinreichende Größe erhalten, damit die Gußwaare selbst, welche ganz dicht und von allen Blasen und Sacklöchern frei seyn muß, immer

gut

gut ausfällt und aus den Eingüssen den Ersatz des durch das Schwinden erforderlichen mehreren Eisens erhält. Wenn ein Cylinder oder Parallelepipedum Absätze, Leisten oder Erhöhungen hat, die das Zusammenziehen des Eisens in der Form beim Guß verhindern, so fällt das Eisen in dem Gußstück in diesen Absätzen undicht und blasig aus, oder es zieht sich auch so stark zusammen, daß es an jenen Stellen Sprünge erhält, welches ich oft mit großem Nachtheil erfahren habe. — Ich habe auch den Versuch gemacht, Gußeisen durch eingelegtes Stabeisen zu verstärken; aber ungeachtet ich das letztere ziemlich erhitzen ließ, fand ich doch, daß sich das Roheisen nach dem Erkalten vom Stabeisen ablöste und nicht haften wollte. Aehnliche Erfahrungen hat Hr. Lewis ebenfalls gemacht, und in einer kleinen Abhandlung: Ueber die Ausdehnung der Körper im flüssigen Zustande und über ihre Verdichtung beim Erstarren, umständlicher ausgeführt.

Wer also mit der Anfertigung eiserner Gußwaaren zu thun hat, muß eine genaue Kenntniß von dem Zusammenziehen oder von der Verdichtung dieses Metalles beim Erstarren besitzen, und den daraus entstehenden üblen Folgen sorgfältig zu begegnen wissen. Soll das Eisen ganz dicht bleiben, so muß es entweder in eine offene Form, oder wenn eine verdeckte Form nöthig ist, dergestalt in eine Sand- oder Lehmform gegossen werden, daß es sich ganz frei darin zusammenziehen kann; auch muß man den Theil der Form, worin sich oben der Einguß befindet, um so viel größer machen, als nöthig ist um den durch das Schwinden entstandenen hohlen Theil auszufüllen. — Wenn das Roheisen im Fluß mit geschmeidigem Eisen verbunden werden soll, muß das letztere im höchsten Grade rothwarm glühen, damit es sich fast eben so stark als das erstarrende Roheisen zusammenziehen und auf diese Art mit demselben verbunden bleiben kann u. s. f. — Man muß sich hierbei aber

auch

auch erinnern, was ich in den vorigen Paragraphen (§§. 44, 45.) über die verschiedene Ausdehnbarkeit der verschiedenen Eisenarten angeführt habe, welches bei dem geschmolzenen Roheisen ebenfalls Anwendung findet, so daß man von der Art des Schwindens des Roheisens auch auf seine Eigenschaften schließen kann. — Ist die Oberfläche einer Roheisenganz oder Floße z. B. ganz eben und fast glatt, mit scharfen Kanten, bei denen man kein Schwinden bemerkt, so kann man schließen, daß es sehr gutartiges aber etwas grelles Roheisen ist, welches auf dem Bruch eine weiße, grausprenkliche Farbe hat, oder bei keinem zu starken Erzsatz im Hohenofen erblasen ist. — Ist die Oberfläche aber etwas ausgehöhlt und stehen die Kanten der Gänze gegen die Fläche hervor, so hat sich das Eisen sehr zusammengezogen und ist dann gewöhnlich gaar, oder der Ofen hätte einen noch stärkeren Erzsatz vertragen können. Wenn die Oberfläche aber erhaben und gleichsam wie ein Teig aufgeschwollen erscheint, auch abgerundete Kanten zum Vorschein kommen, so lehrt die Erfahrung, daß das Eisen nicht allein bei einem zu starken Erzsatz erblasen, sondern, daß es auch zugleich rothbrüchig ist, welches vorzüglich dann der Fall zu seyn scheint, wenn es im Bruch gelblichweiß ist, und große Höhlungen, Gallen und leere Blasen zeigt. — Dieses Eisen dehnt sich beim Erstarren wirklich aus, wie Einige dies von allen Eisenarten behaupten wollen. Weil es aber nur allein beim rothbrüchigen Eisen geschieht, und weil die Ausdehnung lediglich nur von den Blasen und Undichtigkeiten herrührt, welche der überflüssigen Schwefelsäure im rothbrüchigen Eisen ihre Entstehung zu verdanken haben, so kann diese Ausdehnung auch nur zufällig seyn, und nicht als eine wesentliche Eigenschaft des Eisens betrachtet werden. — Wenn man daher ein kaltes Stück Roheisen von dieser Art in flüssiges Roheisen taucht, so muß es, weil es durch die Höhlungen

gen

gen gewissermaaßen aufgeschwollen ist, nothwendig auf dem flüssigen Roheisen schwimmen. Zu gewissen Gußwaaren, bei denen das Schwinden nachtheilig ist, welches aber auf andere Art nicht vermieden werden kann, z. B. beim Kugelgießen, leistet dieses etwas rothbrüchige und zugleich gaar geblasene Eisen gute Dienste, wie wir gleich näher sehen werden.

§. 47. Von einigen Nachtheilen, welche durch das Schwinden des Eisens entstehen, und wie man demselben begegnen kann.

Zu den Nachtheilen, welche auf den Gießereien durch das Schwinden des Eisens beim Erkalten entstehen, gehören unter anderen auch folgende:

1) Beim Gießen der Roheisenkugeln findet dasselbe statt, was sich beim Gießen der Bleikugeln ereignet; die Kugel erhält nämlich am Einguß oder am Halse eine Vertiefung oder Höhlung. Wird der Guß in eisernen Schalen vorgenommen, so werden die Höhlungen tiefer, weil das fließende Roheisen äußerlich an der kalten Roheisenform schneller erstarrt, weshalb sich das innere, länger flüssig bleibende Eisen auch stärker zusammenziehn oder schwinden und dadurch zu größeren Höhlungen Anlaß geben muß, als wenn das Gießen im Sande, in den sogenannten Formkasten geschieht, indem das Eisen im Sande nicht so plötzlich abgeschreckt wird, sondern sich auch äußerlich noch etwas zusammenziehen kann. — Um den hieraus entspringenden Nachtheilen vorzubeugen, oder um sie wenigstens zu vermindern, muß man die schon oben angeführten Mittel anwenden, nämlich zum Gießen der Kanonenkugeln solches Eisen nehmen, welches etwas zum Rothbruch geneigt ist, ohne daß man aber einen zu starken Erzsatz führt, weil das rothbrüchige Eisen die Eigenschaft hat, sich beim Erstarren eher auszudehnen als zusammenzuziehen. Solche Kugeln leisten auch beim Bresche schie-

ßen gegen steinerne Mauern gute Dienste. Der Rothbruch muß indeß nicht zu stark seyn, weil die Ausdehnung alsdann so beträchtlich wird, daß das zuerst erstarrende Eisen äußerlich Risse und Sprünge erhält, wodurch die Kugeln ebenfalls unbrauchbar werden. — Ein anderes Mittel gegen die Höhlungen und Blasen oder Gallen im Halse besteht darin, daß man den Einguß so lang macht, daß in demselben alles Schwinden statt finden muß. Dies läßt sich wohl bei der Sandformerei in den Formkasten, aber nicht bei den eisernen Schaalen thun. Ist das Eisen grell und gutartig, so lassen sich die Blasen und Höhlungen aber auch dadurch noch nicht gänzlich vermeiden, sondern es bleibt kein anderer Ausweg übrig, als die kleinen Gießlöcher mit Blei, oder mit einem Gemisch von Blei und Zink auszufüllen, welches auf den französischen Gießereien geschieht und wodurch die Kugel alsdann gut und brauchbar wird *).

2) Ein anderer Nachtheil der durch das Zusammenziehen des Eisens entsteht, zeigt sich beim Gießen großer und dünner Platten im Sande, indem die obere Fläche der Platte an der Luft schneller erstarrt, härter wird und sich mehr zusammenzieht, als die untere, im Sande eingeformte Fläche. Beim Erkalten ziehen sich deshalb die beiden Enden der Platten bald in die Höhe, die untere Seite muß dann beim Erkalten ebenfalls nachgeben und vermag das Geradeziehen der Platte nicht zu bewirken, wodurch die Platten windschief, wellig und krumm werden, oder sich werfen. — Dies ist vorzüglich der Fall, wenn das Eisen grell erblasen, aber sonst gutartig ist, weil dieses die Eigenschaft hat, am schnell-

*) Auf den Preußischen Gießereien, wo ein solches Ausfüllen mit Blei nicht gelitten wird, nimmt man kaltbrüchiges Eisen, welches bei einem guten halbirten Gange des Ofens erblasen ist. Alle Kugeln, die Blasen oder Höhlungen beim Einguß erhalten, werden als unbrauchbar ausgeworfen, und deshalb ist auch das Gießen in eisernen Schaalen gänzlich abgeschaft worden, weil es bei dieser Gießmethode unmöglich wäre, die Blasen zu vermeiden.

sten zu erstarren und am mehrsten zu schwinden, oder sich zu senken. Ein in geringem Grad rothbrüchiges und gaar erblasenes Eisen leistet also auch hier gute Dienste. Hat man aber nicht solches, sondern ein Roheisen, welches die zuerst erwähnten Eigenschaften besitzt, so sucht man das Werfen oder Ziehen der Platten dadurch zu verhindern, daß man die Oberfläche des in der Form befindlichen Roheisens, wenn es so eben erstarrt ist, mit feiner trockener Kohlenlösche übersiebt, welche sich sogleich entzündet, und durch das langsame Glühen, die obere Fläche länger warm erhält, so daß sie nicht eher zu erstarren und sich zu biegen anfängt, als bis die untere, im Sande eingeformte Fläche folgen kann. Dadurch wird es auch verhütet, daß die obere Fläche nicht härter als die untere wird. — Um aber das Hartwerden der Kugeln auf der Oberfläche, welches in den eisernen Schalen durchaus erfolgen muß, zu verhüten, bleibt nichts anders übrig, als sie in Sandformen zu gießen, oder die eisernen Schalen vor dem Gießen stark zu erhitzen.

In der Abtheilung vom Roheisen und dessen Eigenschaften wird man mehr über diesen Gegenstand finden. Hier bemerke ich nur im Allgemeinen, daß sich das gaare Roheisen stärker zusammenzieht oder schwindet, als das grelle, wenn beide aus denselben Erzen erblasen sind; es sey denn, daß irgend eine zufällige fehlerhafte Beschaffenheit des Eisens eine Ausnahme von der Regel macht.

§. 48. Vom Anlaufen des Eisens überhaupt.

Anlaufenlassen im Allgemeinen heißt, ein Metall, ohne es zu glühen, in denjenigen Hitzgrad versetzen, in welchem es äußerlich seine Farbe verändert. Oben habe ich von den Veränderungen gesprochen, welche bei dem geringsten Wärmegrad durch Ausdehnung hervorgebracht werden, und die sich nur durch Messungen bestim-

bestimmen lassen. Hier ist aber von sehr bestimmten Wärmegraden die Rede, die sich mit bloßen Augen, durch die äußeren Farbenveränderungen deutlich zu erkennen geben. — Wenn man nämlich eine reine polirte Eisen- oder Stahlscheibe über glühendes Eisen, oder über reines Kohlenfeuer hält, so kommen die Farben in folgender Ordnung zum Vorschein.

1) Zuerst wird die Scheibe etwas bleich und nimmt eine **lichtgelbe** oder eine sogenannte **stroh-** oder **hafergelbe** Farbe an, die bald dunkler und mehr

2) **brandgelb** oder **goldfarbig wird.** Diese goldgelbe Farbe erhöhet sich bald in

3) **Karmoisinroth**, worin sich aber sehr schnell etwas Blau mischt, wodurch sich die rothe Farbe in

4) **Violett** verändert, welches zuerst sehr **hell** und lichte ist, aber dann **Purpurfarbe** wird, worauf das Roth verschwindet, und ein

5) **Dunkelblau** zum Vorschein kommt, welches bei fortgesetzter Erhitzung nach und nach erblaßt, und

6) **Lichtblau** wird, worin sich etwas weniges

7) **Grün** mischt, wodurch dann eine **meergrüne Farbe** entsteht, mit welcher alle Farbe verschwindet, und die reine Eisenfarbe äußerlich wieder, wie vor dem Anfange des Anlaufens zum Vorschein kommt, so daß also

8) **Farbenlosigkeit** oder die weiße Farbe eintritt, welche mit einem matten Glanz verbunden ist.

Bei einer gleichförmig und langsam fortdauernden Wärme, erscheinen auf dieser farbenlosen Oberfläche nun wieder dieselben Farben, in derselben Ordnung wie beim ersten Anlaufen, nämlich **gelb**, **roth**, **violett**, **lichtblau** und **grün**, und zuletzt **dunkelblau**. Dieses Dunkelblau tritt zunächst vor dem Glühen ein, und die vorhin glänzende äußere Oberfläche wird mit dieser Farbe matt, als wie mit einer Haut, überzogen. — Bei den Regenbogenfarben des zweiten Anlaufens ist zu bemer-

bemerken, daß alle Farben weniger lebhaft als beim ersten Anlaufen erscheinen, daß sie auch schneller verschwinden, und daß die grüne Wasserfarbe sich zuletzt am stärksten und am längsten zeigt. — Man kann diese Regenbogenfarben sehr deutlich und schön auf einer polirten Scheibe, von einem Ende bis zum anderen entstehen und wieder verschwinden sehen, wenn man die Hitze allmählig zunehmen läßt.

Das Eisen hat diese Eigenschaft in der Wärme mit schattirenden Farben anzulaufen mit allen anderen Metallen, außer mit dem Gold und Silber gemein, indem die letzteren, wenn sie sich im reinen Zustande befinden, weder ihre Beschaffenheit noch ihr Ansehen verändern. — Das Kupfer zeigt dieselben Farben wie das Eisen, auch kommen diese Regenbogen gerade so in zwei verschiedenen Zeiträumen, wie ich es eben vom Eisen angeführt habe, zum Vorschein, allein es erfordert zum Anlaufen einen weit geringeren Wärmegrad als dieses, indem es schon blau ist, wenn das Eisen kaum die strohgelbe Farbe angenommen hat. Statt der dunkelblauen Farbe, welche das Eisen kurz vor dem Glühen erhält, nimmt auch das Kupfer eine schöne kastanienbraune Farbe an, welche die Kupferschmiede durch Poliren zu erhalten suchen und sie Bronzirung nennen. — Gold, mit dem sechsten Theil Eisen oder Stahl verbunden, läuft in der Hitze auf der Oberfläche eben so wie reiner Stahl an. Silber, welches kupfer- oder eisenhaltig ist, verhält sich, wenn es auch nur zwölflöthig, aber nur nicht weiß gesotten ist, beim Anlaufen eben so. Dieselbe Erscheinung tritt auch beim Blei, Zinn und Zink ein, nur daß diese Metalle in demselben Augenblick, schmelzen, wenn das Anlaufen seinen Anfang nimmt, weshalb man ihre Regenbogenfarbe nicht anders als auf den verschlackten Häuten sehen kann, mit welchen sie sich im geschmolzenen Zustande überziehen. Weil unter den Halbmetallen aber kein einziges vor dem Glühen schmelzt,

so lassen sich bei ihnen die Anlaufversuche besser vornehmen und die Farbenwechselung deutlicher bemerken.

Durch das Anlaufen des Eisens lassen sich die Hitzgrade, welche die Metalle, die vor dem Glühen in Fluß kommen, zum Schmelzen erfordern, ziemlich genau bestimmen. — Wenn man z. B. blankes Eisen in geschmolzenes feines **Zinn** hält, (welches nicht stärker erhitzt ist, als um es nur so eben im flüssigen Zustande zu erhalten) so läuft das Eisen darin nur mit einer strohgelben Farbe an, und dies ist daher der Schmelzgrad des reinen Zinnes. — **Wismuth** erfordert schon eine etwas stärkere Wärme, worin das Eisen goldfarben oder beinahe karmoisinroth anläuft. — In dem geschmolzenen **Blei** geht das Eisen alle Abstufungen der Farben durch, und bleibt zuletzt auf Hochblau stehen, vorausgesetzt, daß das Blei nicht stärker als zum Schmelzen nothwendig war, erhitzt ist. Von dieser Farbe, welche sehr gebräuchlich ist, werde ich im §. 52 noch ausführlicher reden. — Im geschmolzenen **Zink** geht das Eisen durch alle Farben durch, und wird endlich lichtblau oder meergrün, indem das Zink in diesem Wärmegrad nur so eben flüssig erhalten werden kann. Die übrigen Halbmetalle, **Spiesglanzkönig, Nickel, Arsenik** und **Kobald** sind entweder zu flüchtig, oder sie schmelzen erst nach dem Glühen, wenn das Eisen schon alle Farben wieder verloren hat. Ein Gemisch aus 5 Theilen Wismuth, 4 Zinn und 2 Blei ist sehr viel leichtflüssiger, als jedes dieser Metalle einzeln genommen *), so daß man den Tiegel zum Schmelzen dieser Mischung in der bloßen Hand halten kann, indem dazu nicht einmal eine so große Hitze nöthig ist, als das Wasser zum Sieden erfordert. Diese geschmolzene Metallmischung hat folglich nicht den Grad der Hitze, daß

*) Das bekannte Rosesche Metallgemisch besteht aus 2 Thln. Wismuth, 1 Thl. Blei und 1 Th. Zinn. — Nach d'Arcet sollen 8 Thle Wismuth, 5 Thle Blei und 3 Th. Zinn das schmelzbarste Gemisch geben.

daß das Eisen darin anlaufen könnte. **Quecksilber** und Leinöl kochen bei einem und demselben Wärmegrad, bei welchem das Eisen hochgelb anläuft, so daß man es nur in kochendes Leinöl tauchen darf, wenn es hochgelb anlaufen soll.

Es ist eine bekannte Erfahrung, daß die Tischmesser bei heißen, vorzüglich bei stark gesalzenen oder sauren Speisen oft anlaufen. Dieses Anlaufen (welches gewöhnlich mit lichtblauen und bunten Farben geschieht) hat aber einen ganz anderen Grund, und findet in einer weit geringeren Wärme, oft sogar in der Kälte statt; es rührt von den salzigen und sauren Theilen her, und deshalb wird die innere Härte des Stahls dadurch auch nicht verändert *).

§. 49. Versuche über das Anlaufen.

Um den Unterschied beim Anlaufen der verschiedenen Eisen- und Stahlarten in einerlei Hitzgrad auszumitteln, und die dabei zum Grunde liegenden Regeln zu erfahren, ließ ich drei gleich große Scheiben, jede 2 Zoll lang, $\frac{1}{2}$ Zoll breit und $\frac{1}{8}$ Zoll stark schleifen und poliren.

1) Eine von hartem, starkem Gerbestahl, die gehärtet und vollkommen glänzend polirt war.

2) Eine von ganz weichem und zähem Osemund-Eisen, ungehärtet und fein polirt.

3) Eine von grauem, auf dem Bruch feinkörnigem Roheisen, welches äußerlich einen weißen Rand hatte, inwendig aber hellgrau war.

Diese

*) In so fern die Oxydation des Metalles in beiden Fällen die Ursache der Entstehung der Farben ist, ist der nächste Grund der Farbenbildung allerdings derselbe, nur daß der Sauerstoff im ersten Fall aus der Atmosphäre an das erhitzte Eisen, und im letzten Fall aus den Säuren an das nicht erhitzte Eisen tritt, so daß die Härte des Eisens, welche durch das Anlaufen in der Hitze zum Theil verlohren gehen muß, durch das Anlaufen in der Kälte, nämlich durch Säuren, unverändert bleibt.

Diese drei Eisenscheiben wurden zu gleicher Zeit auf ein auf geschmolzenem Blei schwimmendes Eisenblech gelegt, so daß sie alle drei eine ganz gleiche Wärme erhielten, wobei ich folgendes bemerkte.

a. Der Stahl ward sogleich gelb, als auf der Eisenscheibe noch gar keine Veränderung zu bemerken war.

b. Der Stahl zeigte in der Mitte der Scheibe einen Rand und längliche, weiche, eisenartige Flecken, die sich beim Härten ohne Zweifel zusammengezogen hatten und gleichsam etwas länger als der übrige Theil der Oberfläche geworden waren. An den beiden Kanten, welche die härtesten Stellen enthielten, lief die Scheibe bald violett an, und ging dann sogleich in Dunkelblau über. Der mittlere Rand blieb aber noch violett.

c. In diesem Wärmegrad fing das weiche Eisen erst an eine lichtgelbe Farbe zu bekommen, und

d. das Roheisen war etwas mehr brandgelb geworden.

e. Als der Stahl überall hochblau war und an den Kanten schon wieder zu erbleichen anfing, erhielt

f. das weiche Eisen endlich eine blaue Farbe, die aber nicht so hoch und dunkel als die des Stahls war.

g. Das Roheisen war schon purpurfarbig.

h. Als beide Eisenarten vollkommen blau angelaufen waren, hatte der Stahl schon alle Farbe verloren und war wieder dunkelweiß geworden.

i. Bei dem Stahl traten die Farbennüancen der zweiten Periode mit dunkelgelb und violett ein, als die blaue Farbe des weichen Eisens zu verschwinden, und die meergrüne zu entstehen anfing.

k. Auf dem Roheisen kam die blaue Farbe etwas langsamer zum Vorschein, und verlor sich auch später als beim weichen Eisen.

l. Als der Stahl die Farbenveränderungen der zweiten Periode durchgegangen war, und eine dunkle blaugraue Farbe angenommen hatte, stellte sich die meer-

meergrüne Farbe auf der Eisenscheibe ein, und endlich zeigten sich auch Spuren von gelber und violetter Farbe der zweiten Periode, worauf ich alles erkalten ließ.

m. Der Stahl, welcher aufs höchste gereiniget und polirt war, hatte vor dem Versuch 229$\frac{3}{4}$ Aß gewogen. Nach dem Anlaufen fand ich, daß er $\frac{1}{8}$ Aß, oder den $\frac{1}{1838}$sten Theil seines Gewichtes verloren hatte, welches mich anfänglich zu der Vermuthung veranlaßte, daß diese Gewichtsverminderung von etwas Materiellem, das beim Anlaufen verdampfe, herrühren müsse. Weil in dem Stahl aber einige Verzierungen eingeäzt waren, so fürchtete ich mit Grund, daß etwas von dem beim Poliren angewendeten Oel zurückgeblieben sei und beim Verdampfen den Gewichtsverlust veranlaßt habe. Ich wiederholte den Versuch daher mit ganz glatten, gut polirten Eisen- und Stahlstücken, und konnte nun nach dem Anlaufen weder eine Vermehrung noch eine Verminderung des Gewichts bemerken. Es ist daher glaublich, daß die Verdampfung beim Anlaufen nur bis zur Oberfläche geht, und dort, sobald die Hitze nicht zu sehr verstärkt wird, aufhört; so wie auch, daß sie nur in der Glühhitze für das Gewicht merklich wird, indem das leichte Phlogiston dann wirklich fortgeht, und dadurch das Gewicht des verbrannten Eisens vermehrt, wovon ich weiter unten (§. 64) ausführlicher reden werde.

n. Die Undichtigkeiten welche sich längst der Stahlscheibe, zwischen dem härteren und weicheren Stahl befanden, die man vorher kaum bemerken konnte, waren jezt sehr sichtbar geworden, und hatten gleichsam eine Art von Feuchtigkeit ausgedunstet, welche den feinen Rand so schwarz und bemerkbar machte. Dieses ausgedunstete Wesen rührt ohne Zweifel von der Feuchtigkeit her, welche sich beim Poliren in die ganz feinen Poren zieht, und dann ganz unsichtbar wird.

o. Um zu sehen, ob beim Anlaufen vielleicht etwas Schwefelartiges ausdunste, legte ich ein polirtes feines

Sil-

Silberblech, welches durch den geringsten Schwefeldunst gelbe oder dunkle Flecken erhält, auf den Stahl, während ich ihn anlaufen ließ, allein es kamen keine solche Flecken zum Vorschein, die sich sehr deutlich zeigten, wenn ich dieses Blech über glühende Feilspäne von Brennstahl hielt (§. 56, 14). Hierdurch wird das bestätiget, was ich oben (m) angeführt habe. — Wenn man eine Stange von mehreren verschiedenen Eisen- und Stahlarten zusammenschweißt und anlaufen läßt, so kann man sehr deutlich bemerken, welche verschiedenen Hitzgrade das weichere und das härtere Eisen zum Anlaufen erfordern. Nach dem Feilen und Poliren zeigte sich die Farbe einer solchen Stange überall von einem ganz gleichförmigen Glanz, und es ließen sich die härteren und weicheren Ränder nur mit sehr großer Mühe durch die Farbe unterscheiden; als ich diese Stange aber in die Hitze brachte und mit Farben anlaufen ließ, konnte ich ganz deutlich bemerken, wie die Stahlränder zuerst **gelb** wurden, als das Eisen noch ganz blank blieb; wie sie ins **violette** übergingen, als das Eisen **gelb** anlief, und wie sie sich endlich mit **hochblauer** Farbe zeigten, als das Eisen mit **violetter** Farbe erschien. Ließ ich den Stab so lange in der Hitze bis auch die Eisenränder **blau** wurden, so verloren die Stahlränder ihre Farbe gänzlich und wurden wieder weiß oder blaß, und dann traten die Farbenschattirungen der zweiten Periode in der oben bemerkten Folgeordnung ein. — Wenn ich aber den Stab in dem Augenblick erkalten ließ, als die Stahlränder blau und die Eisenränder violett angelaufen waren, so erhielt er ein schönes vielfarbiges Ansehen, besonders wenn er vorher so, wie es bei den **damascirten Arbeiten** gewöhnlich ist, gedreht worden war. Die dunkelblauen, violetten und rothen Farben zeigten dann schlangenförmige Windungen, wodurch die Arbeit ein recht künstliches Ansehen erhielt. Man kann daher leicht finden, ob ein Ei-

sen härtere Stahlränder oder Flecken hat, denn man darf es nur feilen, recht rein poliren oder schleifen und bis zur violetten Farbe anlaufen lassen, wobei die härteren Stellen sehr deutlich mit einer blauen Farbe zum Vorschein kommen werden. Man vergleiche hiermit, was ich im §. 52 von dem Blauanlaufen bemerken werde.

p. Um auszumitteln, ob das Anlaufen vielleicht von dem Phlogiston des Eisens herrührt, welches von innen nach außen getrieben wird, sich auf der Oberfläche festsetzt, und dadurch die Farbenspiele hervorbringt; oder ob die Farben dadurch entstehen, daß die Oberfläche des Eisens den ersten Grad einer Zersetzung erleidet, und durch die Hitze etwas von seinem Phlogiston verliert; ob folglich der Zutritt der Luft zum Anlaufen nothwendig sei, überstrich ich ein glattes, blank polirtes Stück Eisen auf der einen Seite recht dick mit gutem Asphalt und brachte es in eine Hitze, in welcher die nicht angestrichenen Seiten schön blau anliefen. Nach dem Erkalten nahm ich die Bedeckung von Asphalt weg und fand daß das Eisen unter dieser Decke nicht angelaufen, sondern ganz blank geblieben war. — Es scheint hieraus hervorzugehen, daß die Asphalthaut, mit welcher die Oberfläche recht stark überzogen war, den Zutritt der Luft und das Verdunsten des Phlogiston verhindert, und dadurch Veranlassung gegeben haben müsse, daß keine Farben zum Vorschein kommen konnten. Der Zutritt der Luft und die Verminderung eines Theils des Phlogiston auf der äußeren Fläche, scheinen daher eine Bedingung bei der Entstehung der Farben zu seyn. Dieselbe Erscheinung erfolgt auch, wenn man das Eisen oder den Stahl mit Leinölfirniß überstreicht und bis zum Blauanlaufen erhitzt. In diesem Grade der Hitze fängt das Oel indeß an zu verbrennen und sich abzulösen, und daher kann es dann wohl kommen, daß das Eisen unter dieser Firnißdecke stellenweise anläuft, wo sich die Bedeckung abgetrennt hat und wo die Luft zutre-

ten kann; wo die Bedeckung aber dick und fest anliegt, kommt selten eine Farbe zum Vorschein *).

q. Wenn Stahl mit schwachen Säuren, z. B. mit schwachem Vitriolspiritus bestrichen wird, so erhält er ebenfalls stellenweise, ohne Mitwirkung der Hitze, eine blaue Farbe. Dieser blaue Hauch läßt sich indeß bald wegwischen und entsteht nicht durch eine innere Veränderung des Stahls, die bei dem Anlaufen wirklich erfolgt. Die blaue Farbe, welche durch diesen Proceß zum Vorschein kommt, scheint indeß ebenfalls dadurch bewirkt zu werden, daß die Säure zuerst das Phlogiston des Stahls angreift, und eine schwache Zersetzung seiner Oberfläche hervorbringt **).

r. Es ist merkwürdig, daß der blaue Anlauf, wie ich schon dargethan habe, und weiter unten (§. 52) noch näher zeigen werde, durch mehrere Häute entstanden zu seyn und wirklich auch daraus zu bestehen scheint. Wenn nämlich die blaue Haut (welche am mehrsten Phlogiston verloren zu haben scheint) verschwindet, so kommt zuerst eine violette, dann eine rothe, endlich eine gelbe und zuletzt eine blanke ungefärbte Oberfläche zum Vorschein.

§. 50. Von der Wirkung des Anlaufens auf das Eisen und vorzüglich auf den Stahl.

Die Anlauffarben dringen zwar nicht in die Metalle selbst ein, sondern bestehen nur, wie schon bemerkt worden, aus feinen äußeren Häuten; allein es scheint doch, daß die Wärme in diesem Grade einige Veränderungen in der Figur und in der Lage der Theilchen hervorbringt. Am auffallendsten wird dies bei dem gehärteten

teten

*) Daß das Anlaufen durch einen Oxydationsproceß bewirkt wird, leidet nach den jetzigen Ansichten wohl keinen Zweifel mehr. Wie aber ein Minimum von Sauerstoff diese verschiedenen Farbenschattirungen hervorzubringen vermag, kann die Theorie nicht erklären.

**) Vergl. die 2. Anm. zum §. 48.

teten Stahl, dessen Härte sich in demselben Grade nach und nach vermindert, als sich die Farben nach dem verschiedenen Hitzgrad verändern und eine durch die andere verdrängt wird. Zerschlägt man Stahl, der mit ungleichen Farben angelaufen ist, so wird man auch den Bruch von ungleicher Feinheit finden. Die Stahlarbeiter wissen diese Erscheinung sehr gut zu benutzen. Der Stahl ist nämlich nach dem Härten gewöhnlich etwas härter oder spröder, als man ihn zu den verschiedenen Zwecken gebrauchen kann. Diesen Fehler suchen sie durch das Anlaufen wodurch sich die Härte, Sprödigkeit und Brüchigkeit des Stahls in einem Grade vermindern, zu welchem die Farben für jeden Fall eine Anleitung geben, wieder zu verbessern.

Der Stahl verliert schon in dem Wärmegrad, den das Wasser zum Sieden erfordert, in welchem sich also seine Farbe noch durchaus nicht verändert, einen nicht unmerklichen Theil seiner Härte. Sobald die Hitze aber so groß wird, daß er mit blaßgelber Farbe anläuft, wird er auch bedeutend weniger spröde. — Die gelbe Farbe ist daher in der Regel ein sicheres Kennzeichen des rechten Anlaufgrades für solche Werkzeuge, die eine große Härte, vorzüglich bei Metallarbeiten, erfordern z. B. für Hämmer, Grabstichel, Meißel, Punzen, Stempel, Prägestöcke u. s. w., wobei es jedoch auf die Art des Stahls und auf die Härte des Metalls, wozu das Werkzeug gebraucht werden soll, sehr ankommt. — Die violette oder die Purpurfarbe wählt man zu allen scharfen oder schneidenden Werkzeugen in Holz und Horn, z. B. zu Tischler- und Drechsler-Werkzeugen u. s. f. — Der hochblaue Anlauf wird zu solchen Sachen genommen, bei denen man viel Spannkraft und scharfe Schneiden zugleich verlangt, z. B. zu Brodtmessern, zu Degenklingen, Uhrfedern u. s. f. — Die lichtblaue Wasserfarbe giebt jederzeit zu erkennen, daß der Stahl nur noch wenig Härte besitzt, weshalb man diese

diese Anlauffarbe nur bei den härtesten und sprödesten Stahlarten und zu solchen Arbeiten wählen darf, die starken und gewaltsamen Stößen in groben Federn ausgesetzt sind. Federn die in diesem Hitzgrade angelaufen sind, werden daher gewöhnlich lahm, oder besitzen nur eine geringe Spannkraft. — Die Härte welche der Stahl behält, wenn er wieder ausgebleicht oder weiß geworden ist, oder wenn sogar die Regenbogenfarben der zweiten Periode zu erscheinen anfangen, ist so unbedeutend und geringfügig, daß man solchen Stahl weder zu schneidenden Werkzeugen, noch zu Federn anwenden kann. Die hierauf folgende schwarzgraue Farbe, welche mit dem ersten Grad des wirklichen Glühens zusammentrifft, wobei sich der Stahl auch schon mit einer Schlackenhaut bedeckt, giebt eine sichere Anzeige, daß alle Härte völlig verschwunden ist.

Die eben erwähnten Regeln beim Anlaufen, nach denen man den Stahl nach den verschiedenen Zwecken, zu welchen er angewendet werden soll, mit verschiedenen Farben anlaufen läßt, haben zwar im Allgemeinen ihre Richtigkeit, indeß erleiden sie doch nach der verschiedenen Beschaffenheit des Stahls und je nachdem man ihn schwächer oder stärker härtet, eine große Ausnahme. Deshalb muß man den gegerbten Stahl gewöhnlich schwächer anlaufen lassen, weil er von Natur zäher und weniger hart ist. Unter den Brennstahlarten giebt es einige, die bis zur blauen Farbe anlaufen müssen, ehe sie zu schneidenden Werkzeugen tauglich sind, wogegen andere nur bis zur violetten Farbe anlaufen dürfen, u. s. f. Die Erfahrung zeigt hier immer den sichersten Weg; ich werde indeß weiter unten, beim Härten des Stahls, noch ausführlicher auf diesen Gegenstand wieder zurückkommen.

Alle Stahlarbeiten, welche man anlaufen lassen will, müssen nach dem Härten rein gescheuert werden, (wenn sich nämlich der Stahl beim Härten nicht selbst

gerei=

gereiniget haben sollte) damit sich die Farbe deutlich darauf erkennen läßt. Einige Schmiede haben die Gewohnheit, die Arbeit welche sie anlaufen lassen wollen, mit Talg oder mit Oel zu bestreichen, und sie alsdann so lange über schwache Wärme oder über gelindes Kohlenfeuer zu halten, bis alles Fett eingetrocknet ist, zu rauchen anfängt und schwarz wird, welches gerade in dem Hitzgrade vor sich geht, in welchem die dunkelblaue Farbe schon zum Vorschein kommen sollte. Diese Anlaufmethode ist bei Federn, welche starke Stöße aushalten müssen, sehr anwendbar, vorzüglich weil die Behauptung der Arbeiter, daß der Stahl durch dieses Verfahren stärker und zäher wird, in der Erfahrung ihren Grund haben mag. — Man verliert dadurch indeß den Vortheil, daß man mit Genauigkeit warnehmen kann, ob die Arbeit ganz gleichartig anläuft, welches sich sonst durch die Farben sehr deutlich zu erkennen giebt. Wenn man z. B. einen violetten Anlauf verlangt, und es kommen gelbe oder blaue Flecken zum Vorschein, so beweißt dies, daß der Stahl sehr ungleich ist; er wird daher auch unter der Decke sehr ungleich anlaufen und — als eine Folge davon — eine sehr ungleiche Härte zeigen.

Es ist merkwürdig, daß der gehärtete Stahl, wenn man ihn mehrere male, aber immer nur bis zu einer gewissen Farbe erhitzt, und die Farbe zwischen jeder neuen Erhitzung wieder abscheuert, stets dieselbe Härte behält, die er annimmt, wenn man ihn nur ein einziges mal bis zu derselben Farbe anlaufen läßt. Eben so kann man ihn auch in dem Grade der Wärme, die sich durch eine gewisse Farbe zu erkennen giebt, so lange als man immer will, erhalten, ohne daß seine Härte eine Veränderung erlitte. — Es ist daher nicht nöthig, daß man den Stahl im Wasser abkühlt, wenn er bis zu einer gewissen Farbe, gelb, violett oder blau angelaufen ist; vielmehr ist es besser, ihn nach und nach abkühlen zu lassen,

sen, weil man nicht fürchten darf, daß er dadurch weicher wird, in sofern nämlich einige Stellen des Stahls nicht stärker und in einem höhern Grade erhitzt sind, welcher Wärmegrad sich den dünnern Stellen mittheilen und die Anlauffarben verändern würde; in welchem Fall man freilich durch schnelles Abkühlen zu Hülfe kommen muß. — Wenn man ein Stück Eisen oder Stahl, z. B. einen Spitzbohrer, Meißel oder Grabstichel glüht, und nur das eine Ende desselben im Wasser ablöscht (oder härtet) und das andere, nicht im Wasser eingetauchte Ende heiß läßt, so bemerkt man deutlich, wie die Hitze von dem abgekühlten zu dem warm gebliebenen Ende allmählig fortrückt, und wie alle die Farbenveränderungen oder Regenbogenfarben, in der vorhin beschriebenen Ordnung, so daß die lichte Wasserfarbe dem heißen, und die strohgelbe Farbe dem abgekühlten Ende am nächsten ist, neben einander folgen. Je geringer der Grad der Wärme in dem heißen Ende war, desto langsamer schreiten die Abstuffungen der Farben fort, und desto größere Räume, oder längere Distancen nimmt eine jede Farbe ein. Auf diese Art kann man das äußerste gehärtete Ende zu einer jeden beliebigen Farbe anlaufen lassen, oder die Härte des Stahls, so viel man immer will und nöthig findet, vermindern, indem man der weitern Farbenveränderung durch das Eintauchen in kaltes Wasser oder in Oel sogleich vorbeugt, oder die verlangte Farbe, und die mit derselben in Verbindung stehende Härte des Stahls dadurch fixirt. Die Eisen- und Stahlarbeiter wissen sich dieses Mittels trefflich zu bedienen.

Ich habe schon vorhin bemerkt, daß man im Allgemeinen nicht genug Rücksicht darauf nimmt, ob der Stahl, von einem geringern Wärmegrad an, bis zu dem Grade der Hitze in welchem er anläuft, oder seine Farbe verändert; oder vom Gefrierpunkt des Wassers an, bis zum Siedepunkt des gewöhnlichen Leinöls, etwas von

seiner

seiner Härte verliert, weil aber die Härte mit der Sprödigkeit zum Theil in gradem Verhältniß steht, und weil die Erfahrung hinlänglich ergiebt, daß der Stahl in der Kälte sprödder und härter ist, als in der Wärme; so muß er ganz gewiß, von dem niedrigsten Grade der Temperaturerhöhung an, bis zu dem ersten bemerkbaren Anlaufgrade, nach und nach etwas von seiner Sprödigkeit verlieren, und zwar in dem Verhältniß weniger sprödde werden, als die Wärme zunimmt *) — Sehr bemerkbar wird dies bei den feinsten schneidenden Werkzeugen z. B. bei den Rasirmessern. Wenn man ein solches, vorher auf dem dazu zubereiteten Leder gestrichenes, ganz scharf gemachtes Messer, im Winter, oder in der Kälte gebrauchen will, so bricht die sehr scharfe Schneide beim Barbiren häufig aus; theils weil die Schneide selbst zu sprödde ist, theils weil die Haare in der kalten und trocknen Luft ebenfalls struppiger und härter sind, als wenn man sie vorher durch warmes Wasser aufweicht. Eben so lassen sich auch alle hornartige Sachen leichter schneiden, wenn man sie in der Wärme in einer angemessenen Flüssigkeit aufweicht. — Es hat daher einen sehr guten Grund, wenn man beim Barbiren warmes Wasser anwendet, und die Messer selbst in warmes Wasser taucht, um sie ein wenig anlaufen zu lassen, weil sich die Sprödigkeit der feinen und dünnen Schneide dadurch etwas vermindert. Durch ein gutes Mikroskop bemerkt man nämlich sehr deutlich, daß die schärfste Schneide aus lauter sehr feinen Zähnchen, wie bei einer Säge, besteht, die gegen die steifen Haare angewendet, leicht ausbrechen, und einen unangenehmen Kitzel verursachen können, obgleich sich solche Scharten mit bloßen Augen nicht bemerken lassen.

Darin

*) Bei den Schußproben ist der Einfluß der Wärme auf die größere Haltbarkeit der Läufe ebenfalls sehr merklich. Im Winter wird jede Gewehrfabrik mehr Invaliden erhalten als im Sommer, welches unläugbar beweist, daß die Sprödigkeit durch die Abnahme der Wärme ungemein zunimmt.

Darin liegt auch vorzüglich der Grund, warum ein warmes Messer besser als ein kaltes schneidet. Diese Art des Anlaufens oder vielmehr diese Verminderung der Sprödigkeit durch Erwärmung muß aber jedesmal, wenn man das Messer gebrauchen will, wiederholt werden; wollte man nämlich die Sprödigkeit gleich anfänglich durch ein stärkeres wirkliches Anlaufen ganz wegschaffen, so würde die Schneide zu weich werden, und dieser Fehler wäre dann nicht zu verbessern; allein in einer so gelinden Wärme erhält der Stahl einen kleinen Zuwachs an Stärke, ohne seine Härte zu verlieren.

Die vorzüglichsten Wirkungen, welche die Wärme, von ihrem niedrigsten Grade, oder vom Gefrierpunkt an, bis zum Glühen, auf das Eisen äußert, bestehen also in Folgenden:

1) Ausdehnung. Dies ist eine mit allen übrigen Metallen gemeinschaftliche Wirkung.

2) Verminderung der Sprödigkeit. Sie ist, wie die Ausdehnung, schon bei den niedrigsten Graden der Wärme bemerkbar.

3) Verminderung der Härte; vorzüglich beim gehärteten Stahl. Sie giebt sich durch die ungleichen Anlauffarben deutlich zu erkennen.

4) Verdunstung oder Verflüchtigung des brennbaren Wesens. Diese tritt im dritten Stadio oder in der dritten Periode ein, und hat die Verminderung der Härte, nach den schon angeführten Gesetzen zur Folge, indem sie nämlich anfängt, wenn die Anlauffarben zum Vorschein kommen, und aufhört, wenn die Hitze nicht weiter verstärkt wird. Wenn diese Verdampfung stets fortwähren sollte, so müßte das Eisen in dem geringen Wärmegrade eben so gut, als in der stärksten Hitze zerstört werden können, welches aller Erfahrung entgegen ist. Wenn die Hitze aber beständig verstärkt wird, so tritt:

5) Die fünfte Veränderung im ersten Grade des Glühens ein, indem so viel Phlogiston verdampft, daß die Härte ganz verschwindet, und die äußere Fläche mit Glühspan bedeckt wird *), wovon ich unten (§. 54) weitläuftiger reden werde.

§. 51. Von den Ursachen der Entstehung der Anlauffarben.

Seitdem es durch Newton dargethan und mit ihm allgemein angenommen worden ist, daß die Farben nur durch die verschiedene Brechung der Lichtstrahlen entstehen, — so daß es z. B. von der Beschaffenheit der Körper oder von der Stellung ihrer Theilchen, welche durchaus nur die blauen Lichtstrahlen zurückwerfen können, abhängt, daß nur die blaue Farbe für das Auge sichtbar wird; oder auch, daß nur die rothe Farbe zurückstrahlen kann, wenn sich die Oberfläche des Körpers in dem Zustande befindet, daß sie nur die rothen Lichtstrahlen zurückwirft — seitdem dieser Grundsatz aufgestellt worden ist, muß auch angenommen werden, daß die Oberfläche des Eisens, indem sie durch die Wärme in den Stand gesetzt worden ist, mehrere Farben zu zeigen, ebenfalls eine Veränderung erlitten hat, und daß die Theilchen für eine jede verschiedene Farbe auch eine andere Stellung unter sich annehmen, oder eine verschiedenartige Lage erhalten, welche in einem und eben demselben Grade der Hitze immer dieselbe bleibt, und die auch zugleich die Ursache ist, daß nur das blaue, gelbe, rothe Licht u. s. f. zurückstrahlen kann. — Daß die Lage der Eisen- und Stahltheilchen in diesen geringen Graden der Hitze wirklich verändert wird, habe ich schon

*) Oder mit andern Worten: Die Oberfläche des Eisens nimmt in der Anlaufhitze nur eine gewisse Menge von Sauerstoff auf, der weiter keine Wirkungen hervorbringt, als daß er die Farbenschattirungen auf der Oberfläche des Eisens veranlaßt. Durch die Zunahme der Hitze, nämlich durch das wirkliche Glühen wird dem Eisen erst Gelegenheit gegeben, mehr, und zwar so viel Sauerstoff aufzunehmen, daß es seine metallischen Eigenschaften verliert.

schon im vorigen Paragraph angeführt, indem man bei dem gehärteten Stahl nicht allein mit bloßen Augen einen Unterschied in der Feinheit seines Bruches, je nachdem man ihn bei dieser oder bei jener Anlauffarbe durchschlägt, wahrnehmen kann, sondern auch eine sehr große und wesentliche Verschiedenheit in seiner Härte bemerkt, die doch nur in einer bedeutenden Veränderung der Lage seiner Theilchen ihren Grund haben kann. Ein feines Gefühl findet einen merklichen Unterschied zwischen einem polirten unangelaufenen und einem z. B. blau angelaufenen Stahl; letzterer fühlt sich nicht so glatt an, wenn man mit den Fingern behutsam über die Fläche hinfährt. Deutlicher noch kann man sich von der Sträubigkeit der Fläche des angelaufenen Stahls überzeugen, wenn man mit einem Polirstahl behutsam auf derselben reibt.

Wodurch aber die Veränderungen der Lage der Theilchen auf der Oberfläche eigentlich bewirkt wird? ist eine andere Frage. Es ist auffallend, daß die Farbe nur immer auf der Oberfläche zum Vorschein kommt, und so dünne ist, daß sie durch die mindeste Reibung, oder durch saure Flüssigkeiten, welche das Eisen angreifen, gänzlich weggeschafft werden kann. Deshalb ist es wahrscheinlich, daß die Färbung nur durch den Zutritt der Luft vor sich gehen könne, welches die oben (§. 49, p. q) angeführten Versuche zu bestätigen scheinen. — Es ist zwar nicht zu läugnen, daß einige harte Stahlarten (vorzüglich die starken Stücken, welche schnell im Wasser abgelöscht und früher wieder herausgezogen werden, als die Abkühlung vollständig geschehen ist) an einigen Stellen auf dem Bruch ebenfalls solche Farben zeigen, indem um den Mittelpunkt Flecken oder sogenannte Blumen oder Rosen zum Vorschein kommen, welche an den äußern Rändern eine gelbe oder röthliche Farbe haben und näher gegen den Mittelpunkt zu, wo die Hitze am längsten gedauert hat, schwarzblau oder dunkel-

dunkelblau werden; allein bei genauerer Untersuchung ergiebt sich, daß nur der Stahl, welcher so hart ist daß er beim Abkühlen starke Risse bekommt, in welche wässrige Theile eindringen können, solche Rosen erhält, und daß eben dieser Stahl keine Farben zeigt, wenn er an einer andern Stelle, die keine versteckten Risse hatte, durchgeschlagen wird.

Der Zutritt der Luft scheint daher zum Anlaufen wesentlich nothwendig zu seyn. Mehrere Eisenerze, besonders solche, die aus glatten Körnern oder Blättchen zusammengesetzt sind, z. B. das sogenannte Siebengestirnerz von Granzärde u. s. w. laufen ebenfalls mit Farben an und spielen mit allen Farben des Regenbogens.— Die Schwefelkiese zeichnen sich durch dieses schöne Farbenspiel häufig aus, so auch die Häute, welche sich auf der Oberfläche eisenhaltiger Mineralwässer bilden u. s. f. Die Luft kann indeß wohl nicht die erste wirkende Ursache seyn. Vermuthlich ist ein gewisser Grad von Wärme nothwendig, wodurch einige flüchtige Theile ausgetrieben werden, welche eine Veränderung in der Construktion der Theilchen bewirken. — Dieses flüchtige Wesen kann aber wohl nichts anders als Brennbares seyn, dessen Anwesenheit ich an einem andern Ort zeigen werde. Es ist erweislich, daß das Eisen in dem Wärmegrad, in welchem die gelbe Farbe zuerst zum Vorschein kommt, etwas Phlogiston durch Verdampfung verlieren muß. Je mehr die Hitze zunimmt, desto stärker wird die Verdampfung, und desto höher oder dunkler werden die Farben, bis sie endlich in einer stärkeren Hitze gänzlich verschwinden oder verzehrt werden. Sobald das Eisen nämlich zum Glühen kommt, verliert es unter dem Zutritt der Luft zuerst alles Brennbare, und mit ihm seine metallische Eigenschaft, geht dann ganz in Zerstörung über, und wird zur Schlacke oder zu dem sogenannten Glühspan.

Daß

Daß nicht ein äußerlich zum erhitzten Körper hinzutretender Stoff, sondern etwas, was von innen nach der Oberfläche getrieben wird, zur Entstehung der Farben auf der äußeren Fläche Veranlassung giebt, geht aus dem oben (§. 50) angeführten und allgemein bekannten Versuch zur Genüge hervor. Wenn nemlich ein glühendes Stück Stahl nur an dem einen Ende im Wasser abgelöscht wird, so zieht sich die an dem andern Ende befindliche Hitze nach der abgekühlten Stelle und bringt dort die Farben hervor. Läßt man glühendes Eisen so stark abkühlen, daß es nicht mehr roth glüht, und befeilt dann die noch im erhitzten Zustande befindliche Oberfläche, so erscheint zuerst die blaue Farbe, und dann kommen die anderen Farben in dem Grade als sich das Eisen beim Feilen abkühlt, zum Vorschein. Daß das ausgetriebene Wesen aber wirklich nur Brennbares, oder, wenn ich so sagen darf, ein öliges Wesen seyn kann, läßt sich daraus abnehmen, daß man weder im Eisen, noch in anderen Metallen die Existenz eines anderen flüchtigen Wesens erweislich darthun kann, und daß die edlen Metalle, nämlich reines Gold und Silber, welche ihr Phlogiston mehr fixirt haben, keinesweges mit Farben anlaufen. Auch die hier folgenden Versuche bestätigen diese Behauptung:

a. Durch das Anlaufen wird das Eisen zum Theil gegen den Rost bewahrt, auch verhindern die Farben den Zutritt der feuchten Luft auf eben die Art, wenn gleich nicht völlig in dem Grade, als ein Ueberzug mit Oelen.

b. Alle vegetabilische und mineralische Säuren nehmen die Anlauffarben schnell weg, vermuthlich weil die Säuren eine starke Anziehung zum Brennbaren haben, und weil sie zugleich das Eisen angreifen. Dagegen lassen sich diese Farben weder durch Wasser, noch durch Oele, noch durch reine alkalische Salze vernichten, und jene Körper zeigen in diesem Zustande des Eisens

sens keine angreifende und zerstörende Wirkung auf dasselbe.

c. Stahl, der unläugbar mehr Phlogiston als das Eisen enthält, nimmt die Farben in einem lebhafteren und höheren Grade, schneller, und bei einem geringeren Hitzgrade an. Das Eisen kann weniger Brennbares entbehren, weshalb auch ein größerer Hitzgrad erfordert wird, um es in Bewegung zu bringen und nach der Oberfläche zu treiben. (Vergl. §. 49).

d. Die übrigen unedlen Metalle laufen in eben dem Grade mit schöneren Farben an, als sie erweislich mehr Phlogiston enthalten. Wenn man z. B. zu dem leicht schmelzbaren Metallgemisch von Wismuth, Blei und Zinn, etwas Zink setzt, und die Mischung eine Stunde lang im Fluß erhält, so setzt sich eine Haut an, die mit den schönsten Farben spielt. Messing, oder eine Verbindung des Kupfers mit Zink, läßt sich zwar nicht so leicht als reines Kupfer zum Farbenspiel bringen, dies rührt aber von der gelben Farbe der Mischung her, auf welcher sich die rothen und blauen Farben nicht gut ausnehmen.

e. Wenn die Oberfläche des Eisens durch einen Ueberzug mit brennbaren Körpern, welche zugleich den Zutritt der Luft abhalten, gegen die Verdampfung geschützt wird, so entstehen keine Farben (vergl. §. 49, p.). Mehrerer wahrscheinlicher Gründe nicht zu gedenken.

Auch Hr. v. Reaumur ist der Meinung, daß das Brennbare im Stahl die Anlauffarben hervorbringt. Es ist indeß nach den eben angeführten Erscheinungen und Erfahrungen nicht glaublich, daß das Brennbare von den innersten Theilen ausgetrieben wird, und sich auf der Oberfläche ansammelt. Ließe es sich wirklich erweisen, daß das Eisen eine Säure oder etwas Salzartiges enthielte (worüber ich mir die Untersuchung noch bis weiter unten vorbehalte) so würde man freilich sogleich auf die Vermuthung kommen müssen, daß dieses salini-

salinische Wesen das Brennbare in der Hitze sogleich flüchtig macht, selbst zum größten Theil zurückbleibt und einen bedeutenden Antheil an der Entstehung der Farben hat. — Die eigentliche Ursache mag aber wohl von der Veränderung der Lage und Stellung der Eisentheilchen, sowohl im Innern als auf der Oberfläche herrühren; von einer Veränderung die durch das feine Brennbare, welches sich durch die Hitze in Bewegung setzt, und schon zu verdampfen anfängt, hervorgebracht wird. Die Chemiker haben bewiesen, daß das Phlogiston der Metalle mit dem brennbaren Wesen des Thier- und Pflanzenreiches einerlei Eigenschaft habe, indem die Metalle sich mit dem letztern verbinden können, wenn es ihnen an Phlogiston fehlt. Es gehört zum Wesen dieses Phlogistons, daß es in der geringsten Wärme verändert und flüchtig wird, welches sich durch die Farbenveränderungen des Körpers zu erkennen giebt, und diese Eigenschaft muß es auch als Bestandtheil des Eisens behalten. — Wenn man reines Eisen oder Stahl im offenen Feuer so lange glühet, bis sich ein starker Glühspan ansetzt, so findet man an den Stellen, von denen der Glühspan abgeschlagen und die reine Oberfläche des Metalles auf diese Art wieder entblößt wird, mehrere Flecken von gelber, rother, violetter und blauer Farbe, besonders wenn man die Abkühlung plötzlich gegen kaltes Eisen oder gegen einen kalten Stein vornimmt. Mir scheint, daß diese Flecken nur dem Phlogiston ihre Entstehung zu verdanken haben, indem dasselbe verdampfte und sich unter der Schlackenhaut eben so festsetzte, als die Dämpfe bei der Destillation sich unter dem Helm ansammeln *).

§. 52. Vom

*) Nachdem die neuere Theorie gezeigt hat, daß die Anlauffarben dem Sauerstoff ihre Entstehung verdanken, erklären sich alle Erscheinungen leicht und ungezwungen.

§. 52. Vom Blauanlaufen.

Unter den schönen Farben, welche das Eisen beim Anlaufen annimmt, ist keine nützlicher als die blaue, weil sie die beständigste ist, weil sie am gleichförmigsten ausfällt, und weil sie das Eisen zugleich etwas gegen den Rost schützt. Man hat mit dieser Farbe viel gekünsteit, theils um sie hoch und gleichförmig darzustellen, theils um sie an den Stellen wieder wegzubringen, wo man sie nicht haben will u. s. f. — Im Allgemeinen nimmt zwar das Stabeisen so gut als der Stahl und als das Roheisen diese Farbe an (§. 49), allein mit einigen Verschiedenheiten in der Höhe, indem gehärteter Stahl und vorzüglich das auf der Oberfläche gehärtete Eisen mehr dunkelblau, und weiches Eisen mehr lichtblau ausfällt. Je besser das Eisen polirt ist, und je schöneren Glanz man der gehärteten Oberfläche durch Polirpulver mitgetheilt hat, desto schöner fällt die Farbe aus. Der geringste Schmutz, Staub und das Betasten mit den Händen, geben stellenweise rothe, gelbe oder lichte Flekken, weshalb man die Flächen vorher mit feiner Kreide oder mit ungelöschtem Kalk abreiben, allen Schmutz abwischen und keine Feuchtigkeit hinzukommen lassen muß.

Hr. Sprengel giebt in seiner Beschreibung der Handwerker bei dem Artikel Büchsenmacher, S. 162 die Anweisung, daß man die Läufe, um sie blau anlaufen zu lassen, mit einem Oellappen reiben, mit ganz feiner Asche durch ein feines leinenes Sieb übersieben, und dann über freies Feuer, oder dadurch anlaufen lassen soll, daß man einen glühenden Dorn oder ein glühendes Eisen in den Lauf steckt, wodurch man den verlangten Hitzgrad sogleich hervorbringen kann. Ich habe diesen Versuch nachgemacht, und gefunden, daß man die Farbe auf diese Art zwar ganz gleichartig zum Vorschein bringen kann, wenn das Oel nur ganz dünne auf-

aufgestrichen ist, allein die Farbe bleibt doch dunkel und wird nicht so schön hochblau, als wenn man die Läufe ohne einen Ueberzug anlaufen läßt. — Diese dunkelblaue Farbe mag indeß für Flintenläufe recht zweckmäßig seyn, obgleich ich statt der Asche feinen Kohlenstaub auf die eingeölte Oberfläche sieben würde, um eine gleichartigere Farbe zu erhalten. — Wenn man Eisen mit Leinöl überstreicht und so lange über Feuer hält, bis das Oel abgedunstet ist und eine dunkelbraune Farbe zum Vorschein kommt, so findet man das Eiseu zwar an den Stellen, wo der Ueberzug dünne aufgestrichen, oder wo er ganz abgesprungen war, mit einer recht schönen blauen Farbe angelaufen; allein die Stellen, auf denen ein dicker Oelüberzug haftete, bleiben braun, oder erhalten gelbe oder weiße Flecken, so daß das Bestreichen in dieser Rücksicht gar nicht anzurathen ist, vorzüglich weil sich das Oel als ein so harter Firniß einbrennt, daß man es, ohne die Politur zu beschädigen, gar nicht abscheuren kann. — Ich habe auch mit mehreren Salben, mit Seife, Weinsteinöl, Ziegelöl u. s. f. die in den Kunstbüchern angerathen werden, Versuche angestellt; allein ich konnte dadurch keine Erhöhung der Farbe bewirken. — Starker Kampferspiritus scheint allenfalls das einzige Mittel zur Erhöhung der Farben zu seyn. — Am besten verfährt man immer, wenn man die polirte Arbeit, ohne irgend einen Zusatz auf ein über einem Feuerfaß glühend gemachtes Stück Eisen legt, und dabei die Vorsichtsmaaßregel beobachtet, daß man das stärkste Ende zuerst erhitzt, und genau beobachtet, wann die violette Farbe sich dunkel zu färben oder im höchsten Grade blau zu werden anfängt; daß man die Arbeit in diesem Augenblick aus der Hitze nimmt und gegen ein etwas kaltes Eisen abkühlt; daß man beim Anlaufen sehr langsam zu Werk geht, und daß man die Flächen, wie ich schon angeführt habe, vorher recht sauber abwischt. Die Kunst, recht gleichartig anlaufen

zu

lassen, kann man indeß besser durch Uebung als aus Beschreibungen kennen lernen. Eine Waare die eine recht gleichförmige blaue Farbe erhalten soll, muß vor allen Dingen aus gleich hartem und durchgängig gleich gutem Stahl oder Eisen gearbeitet seyn, weil die weicheren Stellen sonst erst violet werden, wenn die härteren schon blau sind u. s. f. wie ich bereits oben (§. 49, b. o.) gezeigt habe.

Verlangt man blaue Zierrathen auf einem weißen polirten Grunde, wodurch einige Arbeiten, z. B. Degenklingen, Wandhaken, Schloßbleche u. s. f. ein sehr gefälliges Ansehen erhalten, so muß man die Waare zuerst ganz gleichförmig blau anlaufen lassen. — Alsdann bestreicht man alle die Verzierungen, welche eine blaue Farbe behalten sollen, mit Baumöl und Bleiweiß, oder noch besser mit einer dicken Farbe aus Oel mit feinem geschlemmten Blutstein oder Crocus martis; taucht die Waare einige Minuten lang in lauwarmen starken Weinessig, oder begießt sie damit auch wohl behutsam, bis alle die nicht bestrichenen Stellen ein weißes, blankes Ansehen erhalten haben, oder bis die blaue Farbe an diesen Stellen ganz weggebeitzt ist; spühlt sie dann sorgfältig in reinem kalten Wasser ab, und nimmt die Oelfarbe schnell mit einem reinen Tuch weg. Die Blumen und Zierathen oder die Malerei kommt dann mit der blauen Farbe, die sich unter der Oelbedeckung erhalten hat, zum Vorschein. — Ist der Essig zu heiß, so daß die Oelfarbe darin flüssig wird, so mißglückt die Arbeit, und die blaue Farbe geht dann von allen Stellen weg. Polirtes Eisen behält durch diese Behandlung mit Essig dieselbe weiße Farbe, welche es vorher hatte; Stahl aber, und auf der Oberfläche gehärtetes Eisen werden grau, weshalb man die Flächen mit feinem Blutstein oder mit andern Polirpulvern und Brandwein, vermittelst eines Lederlappens behutsam abwischen muß. — Soll diese blaue Malerei dauerhaft

gemacht werden, und der Abnutzung mehr widerstehen, so muß man sie durch Graviren, oder durch Etzen einsenken, wovon ich weiter unten (§. 229) reden werde. Wenn der eingebrannte Etzgrund von Leinöl noch sitzt, bürstet man die vertieften eingeetzten Verzierungen mit trocknem Kalk rein aus, und läßt sie dann blau anlaufen. Sollen einige Stellen der polirten Fläche weiß bleiben, und keine blaue Farbe erhalten, so muß man diese mit einer abgeriebenen Wasserfarbe von etwas gebranntem Alaun mit Bleiweiß oder Kreide überziehn und die Arbeit ganz und gar anlaufen lassen, bis die bloßen Stellen alle blau werden, worauf man die weiße Malerei abkratzt und abtrocknet, und die bemalten Stellen blank und weiß, obgleich nicht so schön findet, als sich die vorhin angeführte Malerei mit dem Beitzen in Essig ausnimmt. — Es giebt noch mehrere Salben mit denen man solche Stellen zu bestreichen pflegt, die nicht blau anlaufen sollen, z. B. Salben aus Baumöl und Kalk, aus gebranntem Alaun, Salmiak und cöllnischem Thon u. s. f. Die letzte Salbe greift aber die blaue Farbe an, so daß man beim Abspülen im Wasser sehr vorsichtig seyn muß, um nicht die Stellen, welche blau bleiben sollen, wegfressen zu lassen.

Aus dem Angeführten läßt sich schon abnehmen, daß die blaue Anlauffarbe auf solchen Waaren, die den Einwirkungen saurer und salziger Flüssigkeiten ausgesetzt sind, die oft betastet und viel gebraucht werden, nicht von langer Dauer seyn kann. Bei dem ungehärteten Eisen giebt es ein Mittel, dieser Farbe dadurch eine größere Haltbarkeit zu verschaffen, daß man das Eisen, so bald es in der Hitze blau angelaufen ist, mit einem Polirstock aus gut geschliffenem und polirtem Blutstein nach den Regeln der Kunst und mit geübter Hand, unter fortdaurender Erhitzung reibt oder polirt, und es beim Poliren oft bis zu demselben Hitzgrade erwärmt, in welchem der Anlauf entstanden ist, so daß

Farbe

Farbe und Glanz endlich überall gleichförmig erscheinen. Die Farbe wird durch dieses Verfahren indeß hochblau, aber auch zugleich etwas bräunlich, welches indeß bei solchen Arbeiten, die zugleich vergoldete Stellen haben, gar keinen üblen Effekt macht. Man nennt diese Arbeit Bruniren, und wendet sie vorzüglich zu den Flintenläufen an, die dadurch besser, als durch das bloße Blauanlaufen ohne gleichzeitige Politur, gegen den Rost gesichert werden. Auf gehärtetem Eisen und Stahl läßt sich bloß die hochblaue Anlauffarbe anwenden, die sich dann vorzüglich gut ausnimmt, wenn der blaue Grund mit allerlei Laubwerk und Zeichnungen von Gold verziert wird, welche sich eben so wie die Vergoldungen auftragen lassen, wovon ich weiter unten (§. 132) noch ausführlicher reden werde. Da die Farbe des Goldes durch den Grad der Hitze, welcher zum Blauanlaufen erforderlich ist, ebenfalls erhöhet wird, so trägt diese Behandlung um so mehr zur Verschönerung bei, als sich das Gold besser auf einem blauen, als auf einem weißen Grund ausnimmt. — Beim Stahl ist aber diese Art der Verzierung mit blauer Farbe, wie man schon aus dem, was ich oben vom Anlaufen des Stahls gesagt habe, schließen kann, in dem Fall nicht anwendbar, wenn man verlangt, daß die Stahlwaare eine bedeutende Härte behalten soll. Der Stahl kann nämlich in diesem Hitzgrade zwar seine Spannkraft behalten (besonders wenn er von harter Art ist), aber von seiner Härte geht ein großer Theil verloren. Das Blauanlaufen läßt sich daher zwar bei Federn und Degenklingen, bei denen man verzierte Arbeit verlangt, aber nicht bei solchen Waaren anwenden, deren Schneiden dem ungehärteten Eisen widerstehen sollen.

Geübte Meister können einen sehr gleichförmigen Anlauf mit ziemlicher Sicherheit aus freier Hand nach dem bloßen Augenmaaß, über reinem Kohlenfeuer oder über glühendem Eisen verrichten; Ungeübtere thun aber

besser,

besser, die feine Arbeit, welche man anlaufen lassen will, auf geschmolzenes Blei zu legen, indem das Blei zum Schmelzen gerade den Grad der Hitze erfordert, in welchem das Eisen blau anläuft. Man muß sich dabei aber sehr hüten, daß keine Bleiasche auf die polirte Arbeit kommt, weil dadurch Flecken entstehen würden, weshalb man das geschmolzene Blei zuvor mit etwas reinem Sand oder mit reinem dünnen Eisenblech bedeckt, welches letztere um so vorzüglicher ist, als die Waare, welche man anlaufen lassen will, gleich darauf gelegt werden kann. — Auf diese Art läßt sich auch nach Belieben jede andere Farbe durch das Anlaufen hervorbringen, indem man die Hitze nur in demselben Augenblick, wenn die verlangte Farbe zum Vorschein kommt, aufhören lassen darf. Das Violet macht einen recht hübschen Effekt; aber alle die übrigen Farben sind zu matt und zu Verzierungen wenig brauchbar. — Bei dieser Anlaufmethode über geschmolzenem Blei ist indeß wohl zu bemerken, daß man nur dann eine ganz gleichförmige Farbe erhalten kann, wenn das polirte Eisen oder der Stahl überall eine gleiche Stärke haben, oder wenn das geschmolzene Blei mit der größten Sorgfalt in einem gleichmäßigen Hitzgrad erhalten wird, so daß es sich nur noch so eben im Fluß befindet, wenn die dickeren Stellen anfangen wollen, sich eben so stark als die dünneren zu erhitzen. Wird diese Vorsicht nicht beobachtet, so verlieren die dünnern Stellen ihre schöne blaue Farbe schon wieder, wenn sie auf den dickeren zum Vorschein kommt.

Wünscht man die vorhin erwähnte blaue Malerei auf polirter Arbeit noch bunter und vielfarbiger zu haben, so erwärmt man die blau angelaufene Waare etwas, und trägt die Zeichnungen, welche man verlangt, vermittelst eines feinen Pinsels mit erwärmtem Essig, auf den blauen Grund. Die blaue Farbe fängt dann an zu verschwinden, und die violette kommt dafür zum Vor-

Vorschein. Trägt man noch mehr Essig auf dieselben Stellen auf, so verändert sich die violette Farbe in roth, und bei einer nochmaligen Wiederholung in gelb, worauf dann endlich alle Farbe schnell verschwindet, wenn man die Säure nicht sogleich mit Wasser abspült und mit Leinewand abtrocknet, oder mit dem fernern Auftragen der Säure aufhört. Man sieht hier die Farben in der umgekehrten Ordnung vergehen, in welcher sie in der Hitze entstanden sind. — Bei der ersten Ansicht dieses Versuches wird man durchaus auf den Schluß geleitet, daß die blaue Farbe eine aus mehreren Häutchen bestehende Haut seyn müsse; von denen die oberste blau, die zweite violett, die dritte roth, und die letzte gelb ist, daß sich aber alle mögliche Abstufungen zwischen diesen Farben befinden, so daß die violette Haut zum Vorschein kommt, wenn man die blaue wegnimmt u. s. f. Um diese Malerei mit einer größeren Bequemlichkeit anzuwenden, darf man den Essig nur mit etwas Colcotar zu einer Malerfarbe anreiben, weil er sich dann besser auftragen läßt. Man kann den polirten Stahl auf diese Art mit vielfarbigen Blumen verzieren, wodurch er ein sehr zierliches und künstliches Ansehen erhält.

Verlangt man bei einer vergoldeten Arbeit eine blaue Anlauffarbe, so muß die Arbeit entweder aus Stahl oder aus Eisen, welches eine Oberflächenhärtung erhalten hat, gearbeitet seyn, weil die Vergoldung in dem Hitzgrad, in welchem der Stahl blau anläuft gerade die schönste Farbe erhält. Erfordert das Eisen zum Blauanlaufen aber einen höheren Hitzgrad, welches, wie ich schon oben erwähnt habe, beim weichen Eisen der Fall ist, so leidet die Farbe der Vergoldung und wird mehr roth oder braudgelb. — Auf damascirtem Eisen und Stahl kann man die bunten Farben durch das Anlaufen am besten dadurch erhalten, daß man mit dem Erhitzen in dem Augenblick aufhört, wenn man

man sieht, daß die Stahlränder und Stahlflecken eine hochblaue Farbe bekommen, indem die Eisenränder in diesem Augenblick (wie schon im §. 49 erwähnt ist) schön violett angelaufen seyn werden.

Aus diesem verschiedenen Verhalten des Eisens und des Stahls beim Anlaufen geht auch hervor, daß alle Eisenwaare, bei der man eine gleichförmige hochblaue Farbe verlangt, wenigstens eine Oberflächenhärtung erhalten haben, oder mit einer Stahlhaut überzogen seyn muß. Weil sich dies aber bei den Arbeiten, welche zugleich weich bleiben sollen nicht thun läßt, so muß das Eisen von gleichförmig guter Art seyn, und darf keine härteren oder weicheren Ränder haben, weil dadurch sogleich eine fleckige und ungleiche Farbe entstehen würde. — Aus dem blauen Anlauf läßt sich daher schon beurtheilen, ob das Eisen von gleichförmiger Textur und durchaus von einerlei Art ist, oder nicht. Man kann sich davon häufig beim Gerbestahl überzeugen, der aus mehreren übereinander gelegten Stücken besteht, von denen eins gewöhnlich härter und das andere weicher ist, und bei welchen sich die Eisenränder nicht selten in den Stahl selbst hineinziehen. Es gewährt einen hübschen Anblick, zu sehen, wie die härtesten Ränder und Fasern beim Anlaufen zuerst eine violette Farbe annehmen, wenn die weicheren Stellen noch gelb sind, und wie die ersteren schon hochblau zu werden anfangen, wenn die Farbe der letzteren in Violet übergeht. Setzt man die Hitze noch etwas länger fort, so erbleichen die hochblauen Ränder und die violetten werden erst blau, welche Verschiedenheit mit den ungleichen Graden der Härte im Verhältniß steht. — Bestreicht man eine solche angelaufene Oberfläche mit schwachem Scheidewasser, so daß alle Ränder mit der Säure quer überfahren werden, so bemerkt man deutlich, daß die Ränder, welche zuerst hochblau anliefen und alsdann auch zuerst wieder erbleichten, durch das

Etzen

Etzen eine graue Farbe erhalten und sich auch dadurch als harter Stahl zu erkennen geben; (man vergl. §. 219) wogegen die Ränder, welche die blaue Farbe zuletzt annahmen, eine weiße und matte Silberfarbe bekommen, durch welches Kennzeichen sich die Eisenstellen verrathen.

Außer dem bequemen Mittel, welches ich schon oben (§. 19) angegeben habe, Flintenläufen oder dergleichen ähnlichen Arbeiten, durch Bruniren, oder durch Etzen mit Spiesglanzbutter, eine braune Farbe mitzutheilen, muß ich hier noch eines anderen Verfahrens erwähnen, wodurch man ebenfalls eine, wie es mir scheint, schöne braune Farbe hervorbringen kann. Die Flintenläufe werden nämlich mit Scheidewasser, welches mit $\frac{1}{3}$ reinem Wasser verdünnt ist, matt gebeitzt, und dann über einem gelinden Kohlenfeuer, oder durch einen hineingesteckten glühenden Dorn, bis zu dem Grade erhitzt, daß die verlangte mattbraune Farbe, die ich im §. 229 beim Etzen beschrieben habe, zum Vorschein kommt. — Ich habe schon oben (§. 48) bemerkt, daß das Kupfer gerade so, und mit denselben Farben wie das Eisen, aber in einem geringeren Hitzgrade als Eisen und Stahl, anläuft, indem der Stahl in der Temperatur kaum gelb zu werden anfängt, in welcher das Kupfer schon eine hochblaue Farbe erhalten hat. Wenn man auf den polirten Stahl allerlei Figuren mit einer schwachen Auflösung von blauem Vitriol in Weinessig aufträgt, oder wenn man ihn mit einer solchen Auflösung bestreicht, schnell im Wasser abspült und rein abtrocknet, so wird man die überzogene Fläche mit einer deutlichen Kupferhaut bedeckt finden. — Hält man diesen so behandelten Stahl über Kohlenfeuer, so bemerkt man, wie die Kupferhaut mit den bekannten Farben anzulaufen anfängt, und endlich hochblau wird, ehe der Stahl noch überall zum Anlaufen kommt. Dem Stahl können daher auf diese Art Verzierungen

von

von allen möglichen beliebigen Farben mitgetheilt werden, ohne daß er von seiner Härte das mindeste verliert, welches bei mehreren Gelegenheiten sehr zu statten kommt. — Das im §. 132 beim Vergolden in Vorschlag gebrachte sogenannte Quickwasser leistet die besten Dienste, um den Stahl mit einer Kupferhaut zu überziehen; man muß es jedoch mit der dort angegebenen Vorsicht anwenden, daß man 20 bis 30 Theile Essig zu 1 Theil Vitriol nimmt, weil sonst die Kupferhaut abfällt, welches beim recht dünnen Auftragen nicht so leicht der Fall ist. Die rothe Purpurfarbe läßt sich auf solcher Kupferhaut vorzüglich schön hervorbringen.

§. 53. Von der Zunahme der Hitze im Eisen.

Die Metalle und die übrigen Körper werden nach ihrer verschiedenartigen Beschaffenheit, Dichtigkeit, Schmelzbarkeit, Schwere und Größe, in ungleichen Zeiträumen von der Hitze durchdrungen, und erfordern auch eine ungleiche Zeit, um abzukühlen, oder um den erhaltenen Grad der Hitze wieder zu verlieren. Hiervon ist bei den geringeren Wärmegraden, die sich bloß durch die Ausdehnung der Metalle wirksam zeigen, schon eines und das andere vorgekommen. — Die Art wie die Körper erhitzt werden, hat ebenfalls einen großen Einfluß auf die Zeit, welche zu ihrer Erhitzung nöthig ist. — Es ist eine bekannte Sache, daß Metalle oder andere Körper in der erwärmten Luft denselben Wärmegrad viel später annehmen, den sie erhalten, wenn sie in eine dichtere Flüssigkeit eingetaucht werden. Die Erfahrung zeigt, daß ein Rasirmesser besser schneidet, wenn es warm, als wenn es kalt ist; wollte man es aber durch Dämpfe erwärmen, so würde dazu vielleicht eine viertel Stunde nöthig seyn, wogegen es durch das Eintauchen in warmes Wasser in einem Augenblick warm wird. Um einen Eisenzain von der Stärke eines halben Zolles im Kohlenfeuer glühend zu machen,

braucht man wenigstens 12 Minuten, steckt man ihn aber in flüssiges Roheisen, so wird er in 2 Minuten glühend. Eben so verhält es sich auch mit dem Abkühlen. Hier werden wir aber nur von dem Zeitverhältniß reden, welches durch das Erhitzen des Eisens in einem geheitzten Ofen, und durch das Abkühlen in der freien Luft bestimmt wird.

Bei dieser Gelegenheit muß ich indeß der Versuche des Hn. v. Buffon über die Zunahme der Hitze in den Körpern, erwähnen. Er stellte diese Versuche vorzüglich mit zehn geschmiedeten Eisenkugeln von verschiedenen Durchmessern an, die in einer gleich starken Hitze weißwarm geglühet wurden, wobei er die Zeit beobachtete, welche zur Erhitzung und zur Abkühlung vom Weißglühen bis zu dem Augenblick, daß man die Kugeln mit bloßen Händen halten konnte, erforderlich war. Die Resultate sind in der folgenden kleinen Tabelle enthalten:

Nummer der Kugeln.	Durchmesser in Zollen.	Zum Weißglühen erforderliche Zeit.	Zum Abkühlen erforderliche Zeit.
1.	½.	2 Minuten.	12 Minuten.
2.	1.	5½ —	35½ —
3.	1½.	9 —	58 —
4.	2.	13 —	80 —
5.	2½.	16 —	100 —
6.	3.	19½ —	127 —
7.	3½.	23½ —	156 —
8.	4.	27½ —	182 —
9.	4½.	31 —	205 —
10.	5.	34 —	222 —

In so fern man voraussetzen kann, daß diese Versuche mit gehöriger Genauigkeit angestellt sind, lassen sich daraus folgende Schlüsse ziehen.

a. Daß die zum Glühen der Kugeln erforderliche Zeit in einem bestimmten Verhältniß steht, welches man erhält, wenn man auf jeden halben Zoll um welchen der

Durch-

Durchmesser größer wird, einen Zuwachs an Zeit von $3\frac{1}{2}$ Minuten rechnet. Man erhält nämlich alsdann die Zahlen: 2, $5\frac{1}{2}$, 9, $12\frac{1}{2}$, 16, $19\frac{1}{2}$, 23, $26\frac{1}{2}$, 30, $34\frac{1}{2}$, welche fast gänzlich mit den in der Tabelle aufgeführten Zahlen übereinstimmen.

b. Daß sich die zur Abkühlung des Eisens erforderliche Zeit ebenfalls nach einem beständigen Verhältniß richtet, wenn man 24 Minuten Zeit für jeden halben Zoll annimmt. Es ergeben sich dann die Zahlen 12, 36, 60, 84, 108, 132, 156, 180, 204, 228, welche ebenfalls mit den bei dem Versuch aufgefundenen und in der Tabelle aufgeführten Zahlen sehr genau übereinstimmen.

c. Daß die Zeit des Glühendwerdens mit dem Durchmesser der Kugeln nicht im Verhältniß steht, indem z. B. zu einem doppelt so großen Durchmesser mehr als noch einmal so viel Zeit zum Glühen nöthig ist, und daß diese Zunahme an Zeit zwar mit der Vergrößerung des Durchmessers wächst, aber in keinem bestimmten Verhältniß steht.

d. Daß die Verminderung der Hitze, oder die Abkühlung ebenfalls nicht mit dem Durchmesser der Kugeln in Verhältniß steht, sondern daß dazu eine noch längere Zeit erfordert wird.

Hr. v. Buffon hat außerdem noch mehrere vergleichende Versuche zur Bestimmung der Zeit der Abkühlung einer eisernen Kugel und einer eben so großen Kugel von andern Metallen, von dem Grade der Wärme an, in welchem reines Zinn schmilzt, bis dahin, daß die Kugeln so weit abgekühlt sind, daß man sie in der bloßen Hand halten kann, oder bis sie die gewöhnliche Wärme der Hand angenommen haben, angestellt. Wird die Zeit der Abkühlung für eine eiserne Kugel, um Brüche zu vermeiden, zu der geraden Zahl von 10,000 angenommen, so verhält sich die Abkühlungszeit

zeit gleich großer Kugeln, von anderen Metallen, folgendergestalt:

Beim	Kupfer	wie	8,512	zu	10,000.
—	Gold	=	8,160	=	—
—	Silber	=	7,619	=	—
—	Zink	=	6,804	=	—
—	Blei	=	5,143	=	—
—	Zinn	=	4,898	=	—
—	Wismuth	=	3,580	=	—

Was Hr. v. Buffon sonst noch über das Verhalten mit andern Körpern und Steinarten anführt, will ich der Kürze wegen hier übergehen. Hierdurch wird aber das bestätiget, was ich schon oben (§. 44) beiläufig anführte, daß nämlich das Eisen unter allen Metallen die längste Zeit zum Glühendwerden und zum Abkühlen erfordert, obgleich es, nächst dem Zinn, von allen Metallen am leichtesten ist und die geringste Dichtigkeit besitzt. — Der Zeit nach werden die Metalle also, nach Maaßgabe der eben angegebenen Zahlen, in folgender Ordnung erhitzt, und verlieren auch in eben dieser Ordnung wieder ihre Wärme. Obenan steht Wismuth, dann folgen Zinn, Blei, Zink, Silber, Gold, Kupfer und zuletzt Eisen. In Absicht des specifischen Gewichtes ist die Folgeordnung der Metalle diese: erst Zink, dann Zinn, Eisen, Kupfer, Wismuth, Silber, Blei und zuletzt Gold, welches das schwerste ist. — Es geht hieraus also deutlich hervor, daß die Zeit der Erhitzung und der Abkühlung, mit dem specifischen Gewicht der Metalle nicht im Verhältniß steht, sondern daß sie sich mehr nach ihrer größeren oder geringeren Schmelzbarkeit richtet. Nach diesem Gesetz muß dann auch freilich das Eisen, als das strengflüssigste von allen Metallen, nothwendig die längste Zeit zur Erhitzung und zur Abkühlung erfordern. — Ein gleiches Verhältniß fand auch, wie wir gesehen haben, bei den Anlauffarben statt, die bei den leichtflüssigsten

figsten Metallen zuerst, und bei den strengflüssigsten zuletzt zum Vorschein kommen, und zwar in folgender Ordnung: zuerst läuft Wismuth, dann Zinn, Blei, Zink, Kupfer, Roheisen, harter Stahl, weicherer Stahl, hartes Eisen, und zuletzt das weichste Eisen, als das strengflüssigste Metall, in der Hitze an.

§. 54. Vom Verhalten des Eisens in der Glühhitze.

Sobald das Eisen alle Veränderungen der Wärme durchgegangen ist, welche sich äußerlich durch die Farbenwechselung zu erkennen geben, fängt es in anhaltender Hitze im Finstern zu leuchten oder zu glühen an, und zwar zuerst mit **brauner**, dann mit **rothbrauner**, **rother**, lichtrother, und endlich mit **weißer** Farbe. In diesem Grade der Hitze geräth nämlich der Hauptbestandtheil des Eisens, das Brennbare, in Brand, und fängt an sich zu verzehren, wodurch zugleich die Metallität verloren geht. Weil die Glühhitze aber in einer und derselben Farbe, vom Dunkeln bis zum Hellen ohne Abstufungen zu machen, durch Schattirungen übergeht, so ist es schwer, die Grade der Hitze zu benennen und sie überhaupt mit solcher Bestimmtheit festzusezzen, als dies beim Anlaufen geschehen konnte, wobei sich die Veränderungen durch mehrere ausgezeichnete Farben unterscheiden ließen. — Mir ist keine Art von Thermometer bekannt, mit denen man solche Hitzgrade bequem messen könnte. Es fehlt zwar nicht an Vorschlägen, wie man die Glühgrade messen soll, vorzüglich hat **Polhem** in den Verhandlungen der Königl. Schwed. Akad. d. Wissenschaften, für d. J. 1736, eine recht sinnreiche Idee dazu angegeben, allein die Methoden sind zu kostbar und zu unzuverlässig. Das beste und anwendbarste Mittel, solche Hitzgrade zu messen, würde die Ausdehnung des Eisens selbst abgeben, indem sich daran die Grade sehr deutlich würden bemerken

ken lassen, wenn man dabei nur ein so empfindliches Mikrometer, als Hr. Musschenbroek für sein Pyrometer angegeben hat, anbringen könnte. Ein solches Mittel ließe sich zwar zu wissenschaftlichen Versuchen noch wohl anwenden; allein zum gewöhnlichen Gebrauch in den Schmiedewerkstätten würde es zu unbequem seyn und zu wenig Nutzen gewähren. Man muß sich daher, um diese Hitzgrade zu messen, einzig und allein mit einem geübten Auge begnügen, und von der mehr oder weniger rothen Farbe auf die Zunahme der Hitze schließen. Durch lange Uebung kann man es hierin weit bringen und eine ziemliche Sicherheit in der Beurtheilung erlangen; wenn man aber nicht zugleich andere Kennzeichen mit zu Hülfe nimmt, so geräth man oft in Gefahr sich zu täuschen *).

Aus demjenigen was ich beim Härten (§. 277) anführen werde, wird es einleuchten, wie wichtig es ist, die Glühgrade genau zu kennen, um dem Stahl die beste Härtung mitzutheilen; auch wird daraus ersichtlich, daß die Schwierigkeit, den rechten Grad der Hitze zu

*) Wer ein zuverlässiges und in der Anwendung bequemes Mittel (denn die Wedgwoodschen Pyrometer wird man, ihrer sonstigen Vortrefflichkeit ungeachtet, doch wohl nicht zu solchen Mitteln zählen wollen) erfände, die Grade der Hitze beim Glühen genau anzugeben, der würde sich ein außerordentliches Verdienst um das Eisenhüttenwesen erwerben. Ich darf wohl nicht erst bemerken, daß auch der geübteste Schmidt oft zu seinem Nachtheil inne wird, daß er seinen Augen nicht ganz trauen darf, und daß es eine leider sehr bekannte Erfahrung ist, daß ein Rohrschmidt aus einem und demselben Eisen die haltbarsten Läufe schmiedet, während die Läufe eines Anderen drei und viermal mehr Ausschuß beiden Schußproben geben. Der letzte mag ein vortrefflicher Arbeiter seyn, allein er versteht den Grad der Hitze nicht gehörig zu beurtheilen, den das Eisen zum Schweißen erfordert. Außerdem verlangt fast jedes Eisen einen andern Hitzgrad, um die beste Schweißhitze zu erhalten; wäre diese nun durch einen einzigen Versuch bestimmt, so würde sich der Arbeiter gänzlich nach dem Ausfall desselben richten können, statt daß es ihm jetzt durchaus an einem festen Anhalten fehlt. So erfordert z. B. das harte, stahlartige Eisen einen ganz anderen, niedrigern Hitzgrad, als das durchaus reine sehnige Eisen, um in den Zustand des Glühens versetzt zu werden, in welchem es am vollkommensten schweißt.

zu treffen, das Härten zu einer sehr unsichern Oparation macht, und daß man es nur als einen Zufall anzusehen hat, wenn die rechte Hitze wirklich getroffen wird. Für mehrere Feuerarbeiten würde es einen außerordentlichen Nutzen gewähren, wenn man ein eben so leichtes aber sicheres Mittel, als die Beurtheilung mit den bloßen Augen gewährt, ausfindig machen könnte, um die Glüh- und Schmelzgrade zu bestimmen. — Ein geübter Eisen- und Stahlarbeiter versteht indeß nach der dunkleren und lichteren Farbe die Grade der Hitze zu unterscheiden, und weiß auch, daß er bei einer und derselben Farbe immer denselben Grad der Hitze erhält; ja er kann sogar aus der Farbe die Beschaffenheit und Güte des glühenden Eisens und Stahls beurtheilen. Bei dem Abschnitt vom Anlaufen habe ich schon bemerkt, daß härtere und weichere Eisenarten in einem und demselben Wärmegrad mit verschiedenen Farben anlaufen, daß die härteren z. B. schon blau sind, wenn die weicheren, in einer eben so starken Hitze erst violett werden, u. s. f., woraus man auf die verschiedenartige innere Beschaffenheit des Eisens und Stahls schließen konnte. Eben dies ist auch bei den Glühfarben der Fall, nur daß sie für ein ungeübtes Auge nicht so auffallend sind. In demselben Glühgrade, worin das weiche Eisen braunroth zu werden anfängt, erscheint das harte Eisen, oder der Stahl schon mit lichtrother Farbe, und wenn das Eisen roth wird, nimmt die lichtrothe Farbe des Stahls noch mehr zu; bekommt das Eisen endlich diese letzte Farbe, so nimmt der Stahl einen noch höheren Grad an, und wird weißwarm. Dergleichen Abstufungen der dunkleren und helleren Farbe gehen ins Unendliche, und richten sich nach den Graden der Härte des Eisens oder des Stahls, indeß lassen sich diese feinen Nüancen durchaus nicht beschreiben, sondern man muß sie durch Uebung und eigenes Anschauen kennen lernen.

Am auffallendsten kann man sich hiervon überzeugen, wenn man weiches Eisen und gehärteten Stahl zusammenschweißt. Beim Abschlagen des Glühspans findet man, bei einem und demselben Hitzgrade, die Stahlränder merklich weißer und die Eisenränder dunklerglühend. Geübte und aufmerksame Schmiede können einen Stahlklumpen oder eine **Stahlluppe** im Frischheerde an seiner lichteren Farbe deutlich von dem weichen Frischeisen unterscheiden. Eben so sieht man auch an der Farbe des **Deuls**, indem man ihn unter den Hammer bringt, ob das Eisen von weicher oder von harter Beschaffenheit ist *); so wie sich auch beim Ausschmieden in Stangen gleich zeigt, ob das Eisen überall eine gleiche Härte besitzt.

§. 55. Von der ersten Wirkung des Glühens.

Die erste Veränderung die das Eisen in der Glühhitze erleidet, besteht darin, daß es sich mit einer Schlakkenhaut bedeckt, oder daß das Brennbare, welches beim Anlaufen des Eisens, die Oberfläche desselben gleichsam nur mit Farben bemalte (§. 48), jetzt wirklich davon geht. Mit dem Brennbaren geht auch zugleich die Geschmeidigkeit des Metalles verloren, indem es im Zustande einer metallischen Erde, als eine glasartige Masse zurückbleibt, die sich zu Anfange des Processes ganz dünn auf die Oberfläche auflegt und den Namen **Glühspan** erhält. Folgende Umstände und Erscheinungen scheinen mir hierbei sehr merkwürdig zu seyn:

a. Die Dicke des Glühspans steht im Verhältniß mit der Zeit oder vielmehr mit der Dauer des Glühens des Eisens, indem das Brennbare ununterbrochen verdun-

*) Den hohen Grad von Weißglühhitze, der sich bei einem Deul aus recht reinem, gut ausgefrischtem Stabeisen, durch seine milchweiße Farbe charakterisirt, vermag der Stahl gar nicht anzunehmen. Auch behält das Eisen die Farbe der Weißglühhitze länger als der Stahl.

dunstet, bis endlich alles Eisen in Glühspan oder in Schlacke verwandelt ist.

b. In gelinderer, bloß braunrother Glühhitze geht die Verwandlung langsamer vor sich. Hält man das Eisen lange, etwa mehrere Tage lang in der Glühhitze, so wird der Glühspan sehr dicht, hart und glasig, besonders wenn die Luft einen freien Zutritt hat.

c. Es geht aus diesen Erfahrungen hervor, daß das Phlogiston oder das brennbare Wesen in dieser Hitze ununterbrochen und unaufhörlich verdunstet und sich zerstreuet.

d. Dieses Verdunsten oder dieses Verbrennen zu Schlacke geht anfänglich sehr schnell, hernach aber desto langsamer, je länger die Hitze dauert, und scheint in einem kubischen Verhältniß der Entfernungen der äußeren Flächen vom Mittelpunkt des Stückes Eisen, und zwar in dem zusammengesetzten Verhältniß der Zeit, des Hitzgrades, der Beschaffenheit und Dicke des Eisens zu stehen. Wenn z. B. zur Bildung der ersten Schlackenhaut 2 Sekunden Glühzeit nöthig sind, so erfordert eine doppelt so starke Schlackenhaut 8 Sekunden, eine dreimal so starke, 512 Sekunden u. s. f.

e. Die Verbrennung oder die Entstehung des Glühspans ist desto beträchtlicher, je höher der Hitzgrad ist der angewendet wird, und je mehr die Luft freien Zutritt hat. Dieser Glühspan ist lockerer und löst sich leichter vom Eisen ab.

f. Ganz nahe unter der Schlackenrinde, wo ein Theil Phlogiston schon verdunstet ist, und wo sich das Eisen auf dem Punkt befindet sein Phlogiston gänzlich zu verlieren, oder zu verbrennen, zeigen sich das Eisen sowohl als der Stahl am aller weichsten, wenn nämlich das Glühen nicht zu weit fortgesetzt wird.

g. Wenn man ein Stück geschmeidiges Eisen der rothbraunen Kalcinationshitze, die aber so niedrig seyn muß, daß sich das Eisen darin nicht in Schlacke ver-

wan-

wandeln kann, lange Zeit aussetzt, so verflüchtiget sich das Brennbare dennoch nach und nach und geht langsam weg, denn obgleich das Eisen noch seine metallische Farbe behält, so wird es doch so spröde, daß man es weder kalt noch warm schmieden kann *).

h. Wie schnell das Eisen auf diese Art zerstört wird, läßt sich nicht mit Gewißheit bestimmen, weil mehrere Umstände auf die Erzeugung des Glühspans einen wesentlichen Einfluß haben. 1. Die Verschiedenheit des Hitzgrades. 2. Die Art wie die Erhitzung geschieht und die Beschaffenheit des Brennmaterials. 3. Die ungleiche Beschaffenheit des Eisens. 4. Die größere oder geringere Oberfläche des Eisens im Verhältniß zu seiner Dicke. 5. Der mehr oder weniger freie Zutritt der Luft u. s. f. wovon weiter unten (§§. 58, 59) ausführlicher die Rede seyn wird.

i. Stahl und Roheisen lassen sich in einem gewissen, lange anhaltenden Glühgrade, sobald die Metalle nicht unmittelbar vom Kohlen- oder Flammenfeuer berührt werden, ohne einen Kunstgriff oder einen besonderen Zusatz, in weiches und geschmeidiges Eisen verwandeln.

k. So wie das Phlogiston verdampft oder verbrennt, vermehren sich auch Gewicht, Größe und die äußere Oberfläche des zurückbleibenden verbrannten Metalles, nämlich der Eisenerde oder der Schlacke. Wenn man ein Stück Eisen nach dem Glühen mit seinem Glühspan wiegt, so findet man es bedeutend schwerer, als vorher.

l. Schlägt man den Glühspan ab, so wird das Eisen leichter als es vorher war. Es verliert also durch das **Verbrennen** wirklich etwas von seinem Gewicht, und

*) Dies sogenannte verbrannte Eisen hat die Wirkung der Oxydation erfahren, ohne gerade als Oxyd, oder mit einer Schlackenhaut bedeckt, zu erscheinen. Die Sprödigkeit, als Wirkung der Oxydation, läßt sich aber bei gutem Eisen, durch eine zweckmässige Desoxydation, wie die Schmiede sehr wohl wissen, nämlich durch eine sogenannte saftige Hitze, wieder heben.

und der Verlust richtet sich nach den oben (h) angegebenen Umständen.

m. Das Eisen lößt sich, ohne daß man es in wirkliches Feuer bringt, welches bei den vorhin angeführten Veränderungen angenommen war, bloß durch starkes Reiben, oder durch die Friktion seiner Theile gegen einander, in den Glühzustand versetzen. Hierüber kann man leicht eine Erfahrung anstellen, wenn man einen dünnen Eisenzain von gutem, zähem und festem Eisen, kalt, mit sehr schnellen und starken Schlägen gegen die Amboskanten ausreckt, oder schmiedet. Die Eisenstange wird dadurch sogleich heiß, und bei fortgesetztem starken und schnellen Schmieden nimmt die Hitze endlich so zu, daß kleine Spitzen lichtroth glühen. War der Eisen- oder Stahlzain vorhin etwas braunwarm, so tritt das Erglühen noch schneller ein. Es ist merkwürdig, daß das Eisen durch dieses Glühen gar keinen Abbrand erleidet, oder gar keinen bemerkbaren Glühspan ansetzt und daß Stahl, der durch solches Ausrecken von der braunrothen zur lichtrothen Hitze gebracht worden ist, beim Ablöschen in kaltem Wasser, die stärkste und feinste Härtung annimmt.

Die hier angeführten Wirkungen der Glühhitze mußte ich deshalb bemerken um im folgenden Paragraph die Gesetze des Verbrennens erforschen und mit Versuchen belegen zu können.

§. 56. Versuche über die Verwandlung des Eisens in Schlacke.

Ich habe im vorigen Paragraph die allgemeinen Gesetze, nach welchen die Glühhitze im offenen Feuer auf das Eisen und auf den Stahl wirkt, angeführt. Diese Gesetze mögen denen, die mit diesem Metall viel zu thun haben, nicht unbekannt seyn; allein zur mehreren Ueberzeugung muß ich sie durch folgende Versuche beweisen.

1) Um

1) Um darzuthun, daß Stabeisen ganz und gar in Schlacke verwandelt werden könne, brachte ich einen dünnen Eisenzain von etwa $\frac{3}{8}$ Zoll im Quadrat, in einem offenen Tiegel in einen Stahlofen mit Flammenfeuer. Nach einem vier Tage lang fortgesetzten Brennen, wobei der Hitzgrad zuletzt in Weißglühhitze überging, nahm ich den Tiegel heraus und fand den Eisenzain, der vorher viereckig war, jetzt fast ganz rund, überall aufgeschwollen und beinahe $\frac{5}{8}$ Zoll im Durchmesser stark. Er war durch und durch in eine lockere schwarze Schlacke, die sehr stark vom Magnet angezogen ward, in welcher sich aber gar keine Eisenader mehr erkennen ließ, verwandelt.

Ein Stück Roheisen, welches in demselben Tiegel mit eingesetzt war, zeigte dieselbe Erscheinung; es war durch und durch in eine aufgeschwollene, lockere, schwarze Schlacke verwandelt, die beim Schmelzen aber so fressend geworden seyn mußte, daß sie den Tiegelboden durchbohrt hatte, weshalb auch ein Tiegel ausgelaufen war. — Es ist übrigens eine bekannte Erscheinung, daß der dickste Eisenstab in einer Zeit von 2 bis 3 Tagen in eine schwarze Schlacke verwandelt werden kann, wenn eine Stahlkiste beim Cementiren eine Oeffnung bekommt, so daß der darin befindliche Kohlenstaub verbrennt, und das Feuer unmittelbar auf das Eisen wirken kann.

2) Ich untersuchte eine Eisenstange von 2 Zoll breit und $\frac{3}{4}$ Zoll dick, welche aus einer alten Hohenofenmauer gezogen war, worin sie über 70 Jahre, und zwar sehr nahe am Kernschacht gelegen hatte, so daß sie beim Gange des Ofens an einer Stelle mehr oder weniger der Glühhitze ausgesetzt gewesen war. Die Wirkungen der Hitze auf dieser Stelle bestanden darin, daß sich das Eisen durch und durch in einen schwarzbraunen, ziemlich dichten Hammerschlag verwandelt hatte, daß sie auf den flachen Seiten etwas aufgeschwollen war,

und

und sich krumm geworfen hatte, so daß sie dort etwa ½ Zoll dicker als an den Stellen war, die nichts von der Hitze gelitten hatten. —

Aus diesen beiden Versuchen ergiebt sich, daß sich die Zerstörung oder die Verschlackung des geschmiedeten Eisens nicht bloß auf die äußere Oberfläche beschränkt, sondern daß das Eisen gänzlich durchdrungen wird.

3) Das Roheisen ist derselben Verwandlung unterworfen. Den Beweis hiervon geben die gegossenen eisernen Retorten oder Kruken, welche zur Schwefeldestillation angewendet werden. Diese sind mehrentheils 4 Zoll dick und dennoch verwandeln sie sich, wenn sie ein Jahr lang im beständigen Glühen erhalten werden, fast durch und durch in eine dichte Schlacke, wobei sie sich um den dritten Theil ihres Volums vergrößern. — Diese Retorten halten ein ganzes Jahr lang aus, und verbrennen nur sehr langsam, wenn man sie in einer beständigen gleichförmigen Glühhitze erhält, ohne den Ofen erkalten zu lassen. Läßt man das Feuer aber aus irgend einer Ursache ausgehen, und den Ofen mit den Retorten kalt werden, so wird die Verschlackung des Eisens befördert, und geht desto schneller vor sich, je häufiger die Abkühlung statt findet. Die Ursache dieser Erscheinung scheint mir die zu seyn, daß das Eisen, so lange es in einer gleichförmigen Glühhitze erhalten wird, eine gleich starke, dichte Glühspanrinde behält, unter welcher das Verbrennen nur langsam von statten gehen kann; daß es sich aber beim Erkalten von seinem ausgedehnten Zustande zusammenzieht, welches bei der Glühspanrinde, von welcher es umgeben ist, nicht statt findet, weshalb diese von dem Eisen abspringt, und die darunter befindliche Eisenfläche der Wirkung des Feuers überläßt, wodurch die Zerstörung des Eisens nothwendig befördert werden muß (§. 9, 4) *).

4) Roh-

*) So wie mit der Feurung eingehalten wird, kann die atmosphärische Luft zutreten, welches bei einem im Betriebe befindlichen

4) Roheisen, welches lange Zeit einer sehr schwachen und bloß braunrothen Glühhitze, unter freiem Zutritt der Luft ausgesetzt wird, wie die Thürfutter in den Flammöfen z. B. der Schwefelöfen, Blechöfen u. s. f. verbrennt nicht zu einer zusammenhängenden Schlacke, sondern zu einer pulverartigen Masse, dem sogenannten zusammenziehenden Eisensafran. Je nachdem nun das Eisen weniger oder mehr Brennbares verliert, erscheint dieser Eisenkalk mit einer **schwarzen, braunen, röthlichbraunen, violetten,** oder ganz **rothen** Farbe. Der rothe Kalk liegt ganz oben, wo die Luft den größten Zutritt hatte; er ist sehr fein und zart und kann, wie der gewöhnliche Crocus martis, zum Poliren angewendet werden (vergl. §. 9, 4 und §. 36, 1).

5) Je feiner das Eisen zertheilt ist, desto stärker geht die Verkalkung vor sich. Ich brachte einen Centner reinen Eisenfeilspan in einem Scherben unter die Muffel eines glühenden Probirofens, wodurch er zuerst ganz schwarz ward und zusammensinterte; alsdann zerpulverte ich ihn, brachte ihn wieder unter die Muffel und kalcinirte ihn 2 Stunden lang, wobei er von Zeit zu Zeit umgerührt ward. Er hatte jetzt eine dunkelbraune Farbe erhalten, und sein Gewicht war um 25 Pfund oder Procent, sein Volumen war aber fast um das Doppelte vermehrt. — Feilspäne, die schon etwas rostig waren, auf eben die Art kalcinirt, erhielten in einer Zeit von 3 Stunden eine dunkelgrüne Farbe, und hatten um $24\frac{1}{4}$ Procent an Gewicht zugenommen. Daß diese Feilspäne eine geringere Gewichtszunahme als die ersten erhielten, rührt daher, weil sie vor dem Versuch schon rostig waren, indem der Rost durch das Kalciniren etwas von seinem Gewicht verliert.

6) Ich stellte denselben Versuch mit 2 Centner reinem Eisenrost an, der eine rothbraune Farbe hatte. Durch

Ofen, bei einer guten Construktion desselben, nicht der Fall ist, weil der Sauerstoff vom Brennmaterial absorbirt wird.

Durch ein zweistündiges Kalciniren verlor er 28 Procent und erhielt eine schöne violettgrünliche Farbe.

7) Um zu sehen, wie sich das Roheisen in der Hitze des Probierofens verhält, brachte ich 2 Centner feinen reinen Bohrspan von der Stückgießerei zu Åcker, woselbst Kanonen von grauem gaaren Roheisen aus dem Stollen ausgebohrt werden, unter die Muffel. Anfänglich wurden sie ebenfalls schwarz und sinterten zusammen, nach dem Reiben nahmen sie aber eine dunkelgrünliche Farbe an, und nachdem sie im Ganzen 3 Stunden lang kalcinirt waren, erschienen sie als ein feiner Kalk und hatten ihr Gewicht um 54 Pfund oder 27 Procent vermehrt.

8) Um noch mehr Aufschluß über das Verhalten des Roheisens und über die Zerstöhrung desselben in der Glühhitze zu erhalten, kalcinirte ich zwei Centner Bohrspan von derselben Gattung, den ich mit feinem Kohlenstaub vermengte, 2 Stunden lang. Als ich den Scherben recht heiß herausnahm und umrührte, merkte ich deutlich einen feinen Schwefeldunst, der zwar nicht lange anhielt, aber doch auf einen Schwefelsäuregehalt der Bohrspäne hindeutete. — Der entstandene Crocus hatte wie der vorige (7) eine grünliche Farbe angenommen und wie jener, eine Gewichtszunahme von 27 Procent erhalten. Da sich in diesem Versuch etwas Schwefelsäure durch den Zusatz von Brennbarem aus dem Roheisen austreiben ließ, so wollte ich sehen, ob umgekehrt auch das Phlogiston des Eisens durch Vitriolsäure flüchtig gemacht und ausgetrieben werden könne. Deshalb nahm ich

9) Einen Centner von demselben Bohrspan und machte ihn mit koncentrirter Vitriolsäure zu einem dünnen Brei. Das Gemisch schäumte zuerst mit grüner Farbe stark auf, allein es setzte sich bald wieder, und dann kalcinirte ich es 2 Stunden lang in einem Scherben unter der Muffel des Probierofens, wobei es einen sehr

sehr starken, erstickenden Schwefeldunst ausstieß. Als keine Dämpfe weiter zu spüren waren, hatte sich das Eisen in einen dunkelrothen Crocus verwandelt, der 25 Procent am Gewicht zugenommen hatte. Die Gewichtszunahme war daher geringer als die, welche durch das bloße Rösten des Roheisens entsteht, und etwa eben so groß als die des Stabeisens gewöhnlich zu seyn pflegt.

10) Um das Verhalten verschiedener Eisen- und Stahlarten beim Kalciniren in einer gleichförmigen und gleich starken Hitze, besser beurtheilen zu können, nahm ich sehr reinen und frischbereiteten Feilspan von folgenden vier Sorten, von **weichem und zähem Stabeisen**, von **kaltbrüchigem und sprödem Stabeisen** aus Småländischen Wieseneerzen, von **hartem Brennstahl** und von **Schmalkaldner Gerbestahl**, wog von jeder Sorte genau einen Centner Probiergewicht ab, schüttete jede Probe in einen reinen hart gebrannten Scherben, setzte diese unter die Muffel des Probierofens und hielt sie 8 Stunden lang in einem gleichförmigen und gleich starken Hitzgrade, so daß sie stets lichtroth glühten. Anfänglich sinterten die Feilspäne zwar etwas zusammen, indeß setzten sie sich doch nicht an den Scherben fest, weshalb ich die Proben erkalten ließ, und sie mit der größten Behutsamkeit, ohne etwas davon weg- oder hinzukommen zu lassen, zerrieb. Als sie in der Weißglühhitze nicht weiter zusammenbackten, rührte ich sie, um die Kalcination zu befördern, fleißig um, und ließ die Scherben dann mit dem Ofen zugleich erkalten. Beim Abwägen der zu Pulver gebrannten Feilspäne fand ich folgende Verschiedenheiten:

a. Das Pulver von dem weichen Eisen wog jetzt $140\frac{1}{2}$ Pfund und war daher um $40\frac{1}{2}$ Procent schwerer eworden.

b. Das kaltbrüchige Eisen hatte sein Gewicht um $40\frac{3}{4}$ Procent vermehrt.

c. Der harte Brennstahl war nicht schwerer geworden

worden als das Eisen; er hatte nämlich um $40\frac{1}{2}$ Procent zugenommen.

d. Der Schmalkalder Gerbestahl wog $38\frac{1}{2}$ Procent mehr.

Der Brennstahl zeigte beim Umrühren in starker Weißglühhitze anfänglich blaue Flämmchen; um zu sehen, ob sie vielleicht durch den darin befindlichen Schwefel hervorgebracht würden, bedeckte ich die Feilspäne mit einer rein polirten Platte von feinem Silber, die sogleich gelb anlief, und einige schwarze Flecken wie von einem feinen Schwefeldunst, erhielt. Die Dünste waren so fein und verloren sich so schnell, daß ich sie durch den Geruch gar nicht spüren konnte, obgleich man sonst beim Schmieden des hartgebrannten Stahls ganz gewöhnlich deutliche Schwefeldämpfe riecht. Bei den andern drei Eisenarten konnte ich gar keine Flämmchen bemerken, allein das darüber gelegte blanke Silber erhielt dennoch einige Flecken. Die erhaltenen vier Crocusarten hatten alle einerlei Farbe; sie waren nämlich schwarz, und gingen etwas ins röthliche oder grünliche über. Je feiner sie gerieben wurden, desto mehr rötheten sie sich. Der Magnet äußerte auf keinen von diesen Kalken eine bedeutende Wirkung, und zog daraus nur einen kaum bemerkbaren Staub an, so daß man die Kalcination als sehr vollkommen ansehen kann. Dies letztere geht auch aus der großen Gewichtszunahme hervor, wovon ich weiter unten (§. 64) noch Mehreres anführen werde.

§. 57. Fortgesetzte Versuche über das Verbrennen des Eisens in der Glühhitze.

Nachdem ich die Möglichkeit, das Eisen in der Hitze durchaus zu zerstöhren, oder es in Schlacke zu verwandeln, gezeigt habe, will ich die Erfolge, wenn das Eisen nur zum Theil verbrennt, näher untersuchen.

Ich nahm zu diesen Versuchen 4 verschiedene Eisen- und Stahlarten, (die sämmtlich eine fast ganz gleiche

gleiche Größe hatten) nämlich **rohes, schlecht ausgefrischtes oder sprödes Eisen, Brennstahl, Roheisen und weiches geschmiedetes Eisen**, die alle vier eben und rein gefeilt waren, und hielt sie neun Stunden lang in einer gleichförmigen lichtrothen Glühhitze unter der Muffel des Probierofens. Sie verhielten sich hierbei folgendergestalt:

1) Das **spröde Eisen** welches von der schlechtesten Art war, zeigte im Bruch grobe glänzende Körner und wog ganz genau $888\frac{1}{2}$ Pfund Probiergewicht. Nach dem Glühen war es von einer dünnen Glühspanhaut, welche die Dicke eines Kartenblattes hatte und im Bruch schwarz erschien, umgeben, und wog mit dieser Schlackenhaut 916 Pfund. Als ich aber den Glühspan, der sich leicht vom Eisen ablösete, abschlug, betrug das Gewicht nur 822 Pfund. Das Eisen hatte daher, mit der Schlacke $3\frac{1}{24}$ Procent am Gewicht zugenommen, an seinem eigentlichen Gewicht aber, oder durch das wirkliche Abbrennen $7\frac{1}{4}$ Procent verloren. Es war so weich geworden, daß es sich feilen ließ, auch konnte man es heiß schmieden; allein kalt vertrug es das Ausrecken nicht, sondern brach ab, und zeigte im Bruch eben das glänzende Korn als vorher.

2) Der **Brennstahl** wog 409 Pfund. Nach dem Glühen wog er mit dem Sinter 426 und ohne denselben 375 Pfund. Er hatte also 4 Procent am Gewicht zugenommen, oder eigentlich gegen $8\frac{1}{2}$ Procent durch den Abbrand verloren. Uebrigens war er eben so steif und widerstand dem Biegen eben so sehr als vorhin; auch zeigte er dieselbe Härte, als ich ihn etwas ausreckte und härtete, nur nach außen war er im Bruch etwas feiner als in der Mitte.

3) Das **Roheisen** wog $222\frac{1}{4}$ Pfund, mit dem Glühspan 228 und ohne denselben 204 Pfund. Es hatte daher $2\frac{1}{2}$ Procent am Gewicht zugenommen, aber durch den Abbrand $8\frac{1}{9}$ Procent verloren. Es war gutes halbir-

halbirtes Roheisen, von feinkörnigem lichtgrauen Bruch und äußerlich mit einem weißen Rande. Durch das Glühen ward es weicher gegen die Feile, allein hämmern ließ es sich nicht, ohne zu bersten.

4) Das geschmiedete Eisen war Osmund-Eisen von der weichsten und zähesten Art. Es wog 213½ Pfund, mit dem Glühspan 227, und ohne denselben 180 Pfund. — Es war daher beim Glühen um 6½ Procent schwerer geworden, hatte aber durch den Abbrand 15½ Procent verloren. Nach diesem Brennen war das weiche Eisen ganz spröde geworden, so daß es nicht allein beim kalten Biegen leicht brach, sondern auch einen eben so körnigen Bruch als kaltbrüchiges Eisen erhalten hatte. Gegen die Feile verhielt es sich indeß weich, nahm keine Härtung an, und ließ sich auch warm schmieden, worauf es wieder eben so zähe ward, als es vorher gewesen war.

Bei einer anderen Gelegenheit, als ich bloß den ungleichen Abbrand der verschiedenen Eisenarten untersuchte, setzte ich folgende Eisen- und Stahlarten in vollkommen bedeckten Tiegeln in einem Glühofen, 12 Tage lang einer gleichförmigen lichtrothen Glühhitze aus.

5) **Kaltbrüchiges** und spröbes Eisen von Grangerde. Das Stück wog 384 Pfund Probiergewicht und war dünner als die folgenden. Nach dem Glühen trennte ich den Glühspan, der sich ganz fest angesetzt hatte, rein ab. Das Stück wog jetzt 270 Pfund und hatte daher durch den Abbrand 32¼ Procent verloren. In der Güte hatte es durchaus nicht zugenommen, sondern war vielmehr noch spröder geworden als vorher.

6) Etwas **rothbrüchiges**, festes und zähes Stabeisen. Das Stück wog 625 Pfund; nach dem Glühen und Reinigen vom Glühspan betrug das Gewicht nur 459 Pfund; es hatte daher einen Gewichtsverlust von 26½ Procent erlitten, schien aber noch eben so zähe als vorher zu seyn.

7) Rei-

7) Reiner **Gerbestahl** aus Stahlstein erzeugt. Das Stück wog 804 Pfund. Durch den Abbrand verlor es 167 Pfund, oder $20\frac{3}{4}$ Procent, und ward durch das Härten noch spröder als vorher. Der Sinter oder der Glühspan, welcher sich auf dem Stahl festgesetzt hatte, war so hart und scharf als Kiesel, und gab mit dem Stahl Feuer (§. 63, 2).

8) Von dem gewöhnlichen **Brennstahl** hatten 735 Pfund beim Glühen 176 Pfund oder $23\frac{3}{4}$ Procent verloren, ohne daß jedoch die Härte des Stahls eine merkliche Veränderung erlitten hätte.

9) Von 522 Pfund des grellen, weißen und spröden **Roheisens** gingen 135 Pfund, oder 26 Procent verloren. Unter der abgeschlagenen Glühspanrinde fand ich dies Roheisen $\frac{1}{32}$ Zoll stark, ganz weich und zähe, und weil das Stück an sich nur $\frac{1}{16}$ Zoll dick war, so hatte es sich durch dieses Glühen, ohne irgend einen Zusatz, in ein vollkommen weiches Stabeisen verwandelt, welches weicher war, als das Stabeisen gewöhnlich zu seyn pflegt, und sich, ohne zu brechen, durch kaltes Hämmern zu einem dünnen Blech austreiben ließ, auch einen sehnigen Bruch und eine lichtgraue Farbe hatte. Ein anderes Stück Roheisen, von derselben Stärke, welches eben so lange und in eben so großer Hitze, aber mit Knochenasche bedeckt, geglüht ward, war nicht weicher geworden, hatte aber einen geringeren Abbrand erlitten.

10) Ich machte einmal die Beobachtung, daß die nach der Mauer gekehrte Fläche des untersten, unmittelbar über dem Tümpel auf der Abstichseite befindlichen Trageeisens bei einem Hohenofen, während der achtmonatlichen Campagne des Ofens, durch die Hitze der Mauer in einer gleichförmigen braunrothen Glühhitze erhalten ward. Nach Beendigung der Campagne untersuchte ich, welche Wirkung diese langsame Hitze wohl hervorgebracht haben möge. Das gedachte Trageeisen bestand

bestand aus grauem, gaarem und etwas rothbrüchigem Roheisen, und war 10 Zoll breit und 6 Zoll hoch oder dick. Bei der Untersuchung fand ich es 2 bis 3 Zoll tief in einen sehr feinen, lockeren und pulvrigten Crocus verwandelt, der auf der einen Seite, wo die Hitze nicht so stark und das Eisen mehr vom Mörtel bedeckt gewesen war, eine ganz kohlenschwarze Farbe angenommen hatte, und den Namen des warm bereiteten martialischen Mohrs mit Recht verdient hätte.

Dieser Mohr, oder diese Eisenschwärze fühlte sich zwischen den Fingern ganz weich und glatt an, und beschmutzte die Hände und das Papier mit einer eben so glänzenden schwarzen Farbe, als das feinste Wasserblei; hatte übrigens auch ganz das Ansehen des künstlich bereiteten Wasserbleis. An den Stellen, wo dies Roheisen einem stärkeren Hitzgrad ausgesetzt gewesen war, und wo die Luft freien Zutritt gehabt hatte, war dies wasserbleiartige Pulver röthlich geworden, hatte aber dennoch das Ansehen der kleinen wasserbleiartigen glänzenden Schuppen beibehalten. Es glich durchaus dem bekannten Eisenrahm der Mineralogen. Bei einer genaueren Untersuchung verhielt sich diese Eisenschwärze folgendergestalt:

a. Durch das Anreiben mit etwas Leimwasser erhielt ich eine schöne schwarze Farbe, die man als Tusche gebrauchen konnte, und welche in mancher Rücksicht der chinesischen Tusche noch vorzuziehen war. Man vergleiche hiermit was ich weiter unten (§. 181) von der schwarzen Eisenfarbe angeführt habe.

b. Vom Magnet ward sie ziemlich stark angezogen, indeß schien dies Anziehen von den kleinen darin befindlichen unverbrannten Eisentheilchen herzurühren.

c. 100 Pfund verloren durch das Kalciniren auf einem Scherben 74 Pfund am Gewicht. Die rückständigen 26 Pfund waren ein dunkelgrünlicher Crocus, der nicht mehr vom Magnet gezogen ward, und der wahr-

wahrscheinlich der oben erwähnten kleinen Eisentheilchen seine Entstehung verdankte. Die übrige sehr feine Schwärze scheint mir das brennbare Wesen im Eisen gewesen zu seyn, welches durchaus flüchtig war. Es ist möglich, daß das Eisen auf diese Art ganz und gar verflüchtiget werden kann. Vergl. §. 181, 5 und §. 190, 5.*).

11) Um ferner zu sehen, welche Veränderungen das Eisen und der Stahl nicht allein in Rücksicht des Abbrandes, sondern auch des specifischen Gewichtes und der innern Beschaffenheit durch die Hitze erleiden, wurden ein Stück Eisen und ein Stück Stahl, von gleicher Breite und Dicke, und auf allen Seiten befeilt und polirt, abgewogen.

A. Das Eisen war ganz weich und zähe, aus Osemund bereitet und mehrere Male durchgearbeitet. Es wog 513 Aß und verhielt sich zu dem Wasser, was ich in dem Augenblick bei der Hand hatte, wie 7,817 zu 1,000. Ich brachte es unter die Muffel des Probierofens, hielt es 10 Stunden lang in einer gleichförmigen, lichtrothen Glühhitze, und ließ es dann mit dem Ofen zugleich erkalten. Bei der Untersuchung fand ich es mit einer schwarzen sammetartigen, lockeren Glühspanrinde bedeckt; es wog mit derselben $539\frac{1}{2}$ Aß und hatte daher sein Gewicht um $26\frac{1}{2}$ Aß, oder um etwa 5 Procent vermehrt. Als ich aber den Glühspan abschlug, wog es $444\frac{1}{2}$ Aß, und hatte also 95 Aß, oder etwas über 18 Procent am Gewicht verloren. Nach der Kalcination verhielt sich das specifische Gewicht dieses Eisens zu demselben, vorher angewendeten Wasser, wie 7,794 zu 1,000; es war folglich bedeutend leichter geworden.

*) Es geht hieraus hervor, daß dieses schwarze Pulver ein Gemenge von Graphit, von Eisenoxyd, von höchst fein zertheiltem Kohlenstaub, der bei der Arbeit vor dem Ofen, in großer Menge in den Hütten umherfliegt und sich an dem oxydirten Roheisen festsetzte, und wahrscheinlich auch von einigen Erden, die sich vorher im metallischen Zustande im Roheisen befanden, gewesen ist.

B. Der Stahl war durch Cementation aus weichem Eisen bereitet und gehärtet. Das Stück wog 488 Aß und verhielt sich zum Wasser, wie 8,000 zu 1,000. Ich unterwarf es derselben Behandlung und zwar eben so lange und in demselben Hitzgrade, worauf es mit dem Glühspan 508 Aß, und ohne denselben 431 Aß wog. Der Stahl hatte sein Gewicht daher beim Cementiren über 4 Procent vermehrt, wegen des Abbrandes hatte er aber eigentlich 12 Procent verloren. Das specifische Gewicht war nach dem Cementiren ebenfalls geringer geworden, und verhielt sich wie 7,803 zu 1,000.

Aus diesen beiden Versuchen geht hervor, daß das Eisen sowohl als der Stahl durch die Hitze weiter ausgedehnt werden und daß sie einen bedeutenden Antheil von ihrem Brennbaren verlieren. Dies ist vorzüglich beim Stahl der Fall, der auch zugleich viel von seiner Härte verlor.

12) Auf gleiche Weise habe ich auch das Verhalten des kaltbrüchigen und des weichen Eisens untersucht. Das kaltbrüchige Eisen von Småland, war sehr spröde und gleichförmig körnig im Bruch. Das zähe Eisen dagegen ganz weich und sehnig, aus guten Quicksteinerzen erzeugt und auf der Graninger Hütte mit Steinkohlen gegerbt oder umgelegt und geschweißt. Beide Stücke hatten eine gleiche Größe; sie waren nämlich $\frac{1}{2}$ Zoll breit und $\frac{1}{8}$ Zoll dick und rein gefeilt. Ich setzte sie in drei verschiedenen Zeiträumen einer durchaus gleichförmigen lichtrothen Glühhitze im Probierofen aus, und zwar jedesmal 10 Stunden lang, vom ersten Anfeuren bis zum Erkalten des Ofens gerechnet. Zwischen jedem Glühen wurden sie gewogen.

A. Das kaltbrüchige Eisen.

Das specifische Gewicht desselben war 7,815 zu 1,000 und das absolute Gewicht 656 Pfund Probiergewicht.

Nach dem ersten Glühen wog es mit dem Glühspan 670 Pfund, war also um 13½ Pfund schwerer geworden; ohne Glühspan betrug das Gewicht 624 Pfund; der Glühspan wog 32½ Pfund, also war der Abbrand kaum 5 Procent.

Nach dem zweiten Glühen wog es mit dem Glühspan 637 Pfund, war also um 13 Pfund schwerer geworden. Ohne Glühspan betrug das Gewicht 553½ Pfund; der Glühspan wog 70½ Pfund, der Abbrand betrug also 11 Procent.

Nach dem dritten Glühen wog es mit dem Glühspan 584 Pfund, war also um 30½ Pfund schwerer geworden. Ohne Glühspan betrug das Gewicht 451 Pfund; der Glühspan wog 30½ Pfund, der Abbrand betrug also 18⅖ Procent.

Nach diesem dreimaligen Glühen fand ich das specifische Gewicht dieses kaltbrüchigen Eisens 7,630, und es verhielt sich übrigens folgendergestalt:

a. An einigen Stellen, besonders wo es einige Undichtigkeiten gehabt hatte, war es mehr als am anderen ausgefressen.

b. Es war ganz spröde und brach bei den geringsten Schlägen.

c. Im Bruch war es glimmerig, mit vielkantigen Körnern, die Farbe war etwas dunkler als die des zähen Eisens, übrigens aber wenig davon unterschieden.

d. In der Rothglühhitze ließ es sich recht gut schmieden, strecken und nach jeder beliebigen Richtung biegen.

e. In einem etwas geringeren Wärmegrad, wenn die Glühhitze so eben vergangen war, ließ es sich auch noch biegen, ohne zu brechen; allein in der Kälte oder bei der Handwärme, war es eben so spröde als vorher.

f. Als es nach dem Ausschmieden geglüht und in Wasser abgelöscht ward, erhielt es eine weiße Oberfläche

und zeigte sich auch etwas hart beim Feilen; unter dem Hammer war es aber noch etwas spröder als vorher.

g. Aus den oben angegebenen, beim Abwägen gefundenen Gewichten, geht hervor, daß es durch das Glühen höchstens $5\frac{2}{5}$ Procent am Gewicht zunimmt, der abgeschlagene Glühspan wog zusammen $133\frac{1}{2}$ Pfund.

h. Der Abbrand betrug zusammen bei dem dreimaligen Glühen $31\frac{1}{6}$ Procent.

i. An seinem specifischen Gewicht verlor es 0,185, oder nahm um eben so viel am äußeren Umfang zu.

k. Nach dem Abschlagen des Glühspans und nach jeder neuen Glühung, ward der Abbrand in demselben Verhältniß größer, als das Eisen dünner ward, und stärker verbrannte und in eben dem Verhältniß verlor es auch an innerer Dichtigkeit und am specifischen Gewicht. Es verbrannte also desto schneller, je öfrteer der Glühspan abgeschlagen, und je öfterer die entblößte Fläche einer neuen Hitze ausgesetzt ward.

l. Als ich das kaltbrüchige Eisen in der Rothglühhitze zu einem schmalen Zain ausrecken ließ, verhielt sich sein Gewicht zum Wasser, wie 7,550 zu 1,000. Es hatte daher durch das abermalige Glühen und Schmieden noch 0,08 seines eigenthümlichen Gewichtes mehr, als vorher durch die Kalcinationen allein verloren, woraus sich schließen läßt, daß das kaltbrüchige Eisen keinesweges, wie dies bei dem zähen Eisen der Fall ist, durch Schmieden verbessert oder specifisch schwerer werden kann.

B. Das weiche Eisen.

Das specifische Gewicht desselben, war 7,815 und das absolute Gewicht 716 Pfund Probiergewicht.

Nach dem ersten Glühen wog es mit dem Glühspan 732 Pfund, war also um 16 Pfund schwerer geworden. Ohne Glühspan betrug das Gewicht $670\frac{1}{2}$

Pfund,

Pfund, der Glühspan wog $45\frac{1}{2}$ Pfund, folglich war der Abbrand $6\frac{1}{3}$ Procent.

Nach dem zweiten Glühen wog es mit dem Glühspan 686 Pfund, war also um 16 Pfund schwerer geworden. Ohne Glühspan betrug das Gewicht 574 Pfund; der Glühspan wog $96\frac{1}{2}$ Pfund, folglich war der Abbrand $14\frac{1}{3}$ Procent.

Nach dem dritten Glühen wog es mit dem Glühspan $597\frac{1}{2}$ Pfund, war also um $23\frac{1}{2}$ Pfund schwerer geworden. Ohne Glühspan betrug das Gewicht 480 Pfund; der Glühspan wog 94 Pfund, folglich war der Abbrand $16\frac{3}{5}$ Procent.

Nach diesem dreimaligen Glühen fand ich das specifische Gewicht dieses weichen Eisens 7,529, und es verhielt sich folgendergestalt:

a. Es war eben so wie das kaltbrüchige Eisen, an den undichten Stellen stärker ausgefressen.

b. Statt daß es sich vor dem Glühen, bei einem sehnigen Bruch, kalt hämmern und biegen ließ, war es jetzt fast so spröde als kaltbrüchiges Eisen geworden, und brach mit einem einzigen Hammerschlag ab.

c. Es hatte im Bruch ein glimmriges Ansehen, mit kleinen platten und eckigen Körnern: fast wie Zink, die Farbe war mehr hellblau und weiß als die des kaltbrüchigen Eisens. Aber

d. Durch neues Glühen im Frischheerde verlor sich die Sprödigkeit. Das Eisen war ganz ungewöhnlich weich und ließ sich unter dem Hammer nach allen Richtungen recken und ausdehnen. Beim lichtrothen Glühen konnte man beim Ausschmieden einen feinen Schwefelgeruch spüren.

e. Nach dem Schmieden und Erkalten war es weicher als vorher, und ließ sich kalt, ohne Risse zu bekommen, zu Blech schlagen, vertrug auch das Biegen in einem geringen Grade. Durch das starke Glühen war es indeß doch etwas spröder geworden, und ließ sich

nicht

nicht mehr so stark biegen, sondern brach kurz ab, wobei es im Bruch ein glimmriges Korn und einige Anzeichen von sehnigem Gefüge verrieth. Durch das Umschmieden (d) war es aber bedeutend zäher als nach dem Glühen (b) geworden.

f. Gereckt, geglühet und im kalten Wasser abgelöscht, erhielt es eine weiße Oberfläche, und schien dadurch auch nicht spröder oder härter als durch das Abkühlen an der freien Luft geworden zu seyn. Es ließ sich auch kalt ganz dünne ausrecken, allein nicht biegen, sondern brach beim Umbiegen ab.

g. Durch das einmalige Glühen hatte dieses Eisen höchstens $4\frac{1}{10}$ Procent, also weniger als das kaltbrüchige Eisen, durch den Glühspan am Gewicht zugenommen. Der abgeschlagene Glühspan wog aber 236 Pfd., also mehr als beim kaltbrüchigen Eisen. (A. g).

h. Auch an Abbrand hatte es mehr, nämlich 33 Procent bei allen drei Glühungen verloren.

i. Eben so war auch die Verminderung des specifischen Gewichts ansehnlicher; sie betrug nämlich 0,296 und um so viel war dies Eisen auch durch die Hitze stärker ausgedehnt worden.

k. Der Abbrand nach jedem neuen Glühen ward in eben dem Verhältniß größer, als das Eisen eine größere Oberfläche erhielt, mehr Brennbares verlor, dünner und mehr vom Glühspan entblößt ward. Dies war indeß bei den späteren Glühungen in einem geringeren Grade als bei dem kaltbrüchigen Eisen der Fall.

l. Nach dem Ausrecken in der Rothglühhitze fand ich das specifische Gewicht dieses Eisens zum Wasser wie 7,750 zu 1,000. Dieses zähe Eisen nahm also durch ein einziges abermaliges Glühen und Ausschmieden sogleich wieder um 0,221 am specifischen Gewicht zu, und in diesem Verhalten liegt der wesentliche Unterschied zwischem dem kaltbrüchigen und dem weichen Eisen. Das weiche Eisen kann nämlich durch das Umschmieden

einen bedeutenden Theil der Stärke wieder erhalten, die es durch Verbrennen verloren hat, welches beim kaltbrüchigem Eisen der Fall ist. Woher diese Eigenschaft rührt, werde ich weiter unten (§. 75) bei der Untersuchung der Wirkung des Feuers auf die Weichheit des Eisens, und §. 121 bei der Beleuchtung der Natur des kaltbrüchigen Eisens näher auseinander setzen.

§. 58. Bemerkungen über den Abbrand.

Die eben angeführten Versuche geben zu mehreren Bemerkungen Anlaß; ich will mich aber für jetzt nur darauf beschränken, daraus die Beweise zu den in dem vorigen Paragraph angeführten Behauptungen über die Wirkungen des Feuers beim Abbrennen herzuleiten, und zu zeigen, wie viel das Eisen durch den beim Glühen entstehenden Glühspan oder Sinter verliert, und bis zu welchem Grade das Eisen durch das Feuer zerstört wird, wie viel Zeit nämlich zur Verflüchtigung des Brennbaren erforderlich ist, oder wie viel Eisen durch das Verbrennen in einer gewissen Zeit und bei einem gewissen Grad der Hitze verloren geht. Dies ist sehr ungleich und hängt von folgenden Umständen ab:

1) Von der ungleichen Beschaffenheit des Eisens.

Es versteht sich von selbst, daß auch das Roheisen und der Stahl hierher gehören, weil hier vom Eisen im Allgemeinen die Rede ist, und beide durchaus nur verschiedene Arten des Eisens sind. Auch muß ich erinnern, daß ich hier nur den wirklichen Verlust untersuche, den das Eisen an seinem absoluten Gewicht durch das Verbrennen erleidet, oder den Verlust, welchen man erhält, wenn der verbrannte Theil, oder der Glühspan abgeschieden ist. Weiter unten werde ich Gelegenheit haben, durch unzweideutige Versuche darzuthun, daß es eigentlich das brennbare Wesen ist, welches das Eisen im Feuer verliert, und daß eben dieses brennbare

Wesen

Wesen die Verschiedenheit der Eisenarten hervorbringt, je nachdem es in größerer oder in geringerer Menge mit demselben verbunden ist. — Es scheint daher, daß sich die Quantität dieses brennbaren Wesens, wenigstens die verschiedenartige Beschaffenheit der Eisensorten in Rücksicht ihrer feineren oder gröberen Zusammensetzung, durch den Verlust den das Eisen beim Verbrennen erleidet, bestimmen läßt. Das Eisen, welches am mehrsten Phlogiston hat, muß den geringsten Abbrand erleiden, wenigstens erhellet aus mehreren weiter anzuführenden Versuchen, daß das brennbare Wesen die Metalle vorzüglich gegen die Wirkung des Feuers, oder gegen die Zerstöhrung schützt und sichert. Hieraus scheint zu folgen, daß das Eisen, welches mehr Phlogiston enthält, auch längere Zeit zu seiner Zerstöhrung oder zur Abscheidung von seinem Brennbaren erfordert; oder daß es in gleicher Zeit und in gleicher Hitze weniger Abbrand erleidet, als das Eisen, welches weniger Phlogiston entbehren kann, um seine Metallität zu behalten. Ist dies der Fall, so muß man auch von dem größeren oder geringeren Abbrand wieder auf den geringeren oder größeren Gehalt an Phlogiston schließen können. Aus den ersten vorhin (§. 57) angeführten Versuchen No. 1, 2, 3 und 4, in welchen vier Eisenarten 9 Stunden lang einer gleichförmigen Glühhitze unter der Muffel eines Probierofens ausgesetzt wurden, ging hervor, daß

das schlecht gefrischte Eisen	$7\frac{1}{4}$	Procent
der Brennstahl = =	$8\frac{1}{8}$	—
das Roheisen = =	$8\frac{1}{9}$	—
das weiche Stabeisen =	$15\frac{1}{2}$	—

Abbrand erleidet. Hieraus müßte folgen, daß das spröde Eisen am mehrsten, das Roheisen weniger, der Brennstahl noch weniger und das weiche Stabeisen am wenigsten Brennbares enthalte. Der geringe Verlust des rohen schlecht gefrischten Stabeisens beweist, daß

es

es sich wirklich in einem Zustande befand, der dem des Roheisens sehr nahe kam, indem es sehr roh, schlecht durchgearbeitet und nicht recht kaltbrüchig gewesen seyn muß. Die Verschiedenheit in dem Verlust oder Abbrand der ersten drei Arten ist zwar sehr unbedeutend; desto beträchtlicher ist aber der Unterschied zwischen ihnen und dem weichen Eisen. Uebrigens wird sich weiter unten Gelegenheit finden, die Richtigkeit dieser Behauptung (wenigstens in gewisser Rücksicht) zu beweisen, wenn sie sich gleich nicht immer durch Abbrennungsversuche darthun läßt, indem das Roheisen, der Stahl und das weiche Eisen so unendlich verschieden sind.

Aus den Versuchen No. 6, 7, 8 und 9, bei denen die Eisenarten 12 Tage lang in einem verschlossenen Tiegel einer gleichförmigen Glühhitze ausgesetzt wurden, ergab sich der Abbrand, nach Procenten, folgendergestalt:

Beim kaltbrüchigen Eisen	$32\frac{1}{4}$	Procent.
— weichen Stabeisen	$26\frac{1}{2}$	—
— Gerbestahl	$20\frac{3}{4}$	—
— Brennstahl	$23\frac{3}{4}$	—
— Roheisen	26	—

Das kaltbrüchige Eisen erlitt also den größten Verlust. In der Folge werden wir auch sehen, daß das wirkliche kaltbrüchige Eisen sein Phlogiston in der Hitze viel schneller verliert, als das gute Eisen. Daß das Roheisen bei diesem Versuch fast einen eben so großen Abbrand, als das Stabeisen hatte, rührt wohl daher, weil es von der weißen Art war, welches weniger Phlogiston als das graue, zu dem ersten Versuch angewendete Roheisen enthält. Außerdem war das Roheisen in Gestalt dünner schaalenartiger Stücken, das Stabeisen aber in derberen Stücken und von harter, stahlartiger Natur. Uebrigens war das Verhalten ganz so wie man es erwarten konnte, und der Theorie gemäß, indem der Brennstahl mehr als der Gerbestahl, und

beide

beide Stahlarten weniger als das Stabeisen am Gewicht verloren.

Bei einem später angestellten Versuch mit 5 verschiedenen Eisenarten, die alle von gleicher Breite und Dicke waren, und die ich 6 Stunden lang einer gleichförmigen lichtrothen Glühhitze im Probierofen ansetzte, erhielt ich folgenden Abbrand.

Von ganz dunkelgrauem Roheisen	$10\frac{1}{2}$	Procent.
— Schmalkaldner eisensträngigem Stahl . . .	$15\frac{3}{4}$	—
— weichem Brennstahl, der einen Theil seines Phlogistons durch Cementiren mit Kalk verloren hatte . . .	$16\frac{3}{4}$	—
— zähem, hartem, oder stahlartigem Eisen . .	$13\frac{7}{8}$	—

Aus diesem Versuch geht besonders hervor, wie viel die Ungleichartigkeit und die verschiedenartige Beschaffenheit des Eisens und des Stahls zu dem stärkeren oder geringeren Abbrand beiträgt. Ich gebe zu; daß es, besonders bei einem kleinen Ofen äußerst schwierig ist, alle Proben bei einem solchen Versuch einer durchaus gleichen Hitze auszusetzen; ich habe indeß diese Unvollkommenheit so viel als möglich aus dem Wege zu räumen gesucht. Dagegen zeigt aber dieser Versuch auch, bei der Vergleichung mit dem Versuch im §. 56 No. 10, daß man von der Gewichtszunahme des Glühspans, wenn der größte Theil oder alles Brennbare durch eine langsame Kalcination zerstöhrt worden ist, nicht auf die größere oder geringere Menge des im Eisen oder Stahl befindlichen Phlogiston schließen kann.

Der 12te Versuch (§. 57) bestätiget die Behauptung, daß weiches Eisen einen größeren Zuwachs am Gewicht durch den Glühspan erhält, aber einen stärkeren Abbrand erleidet und mehr von seinem specifischen Gewicht verliert, als der Brennstahl. — Aus dem

13ten

13ten Versuch (§. 57) geht sehr deutlich hervor, wie verschieden der Abbrand bei dem kaltbrüchigen Eisen aus Småländischen Wiesenerzen, und bei dem zähen, oft durchgearbeiteten Eisen gewesen ist; das erstere verlor nämlich durch das dreimalige Glühen $31\frac{1}{6}$, das letztere aber 33 Procent, welches mir zu beweisen scheint, daß die Sprödigkeit des kaltbrüchigen Eisens nicht von einem Mangel an Phlogiston hergeleitet werden kann, worauf ich weiter unten (§. 121) wieder zurückkommen werde *).

2) Hängt die Größe des Abbrandes auch von dem stärkeren oder schwächeren Hitzgrade ab. In dem oben (§. 56, 10) angeführten Versuch habe ich gezeigt, daß ein größeres Stück Eisen, in einer Zeit von vier Tagen durch die Weißglühhitze im Stahlofen durch und durch in Schlacke verwandelt ward, während ein kleineres Stück eine 12tägige Rothglühhitze aushalten konnte (§. 57, 9) ohne mehr als 26 Procent Abbrand, oder Verlust zu erleiden. — Es ist sehr glaublich, daß der Abbrand des Eisens mit der Intensität der Hitze in einem geraden Verhältniß steht, und es scheint daher nicht unmöglich zu seyn, die Grade der Hitze durch eine und dieselbe Eisenart messen, oder bestimmen zu können, wenn man, (vorausgesetzt daß auch die äußere Gestalt jedesmal dieselbe ist), von der Stärke des Abbrandes und von der Länge der Zeit, auf die Grade der Glühhitze schließt. Freilich muß aber auch für jeden Fall nicht allein immer dasselbe Brennmaterial angewendet werden, sondern man muß sich auch einer und derselben Feuerungsmethode bedienen.

3) Richtet sich die Größe des Abbrandes auch nach der äußeren Gestalt des zu glühenden Eisens. Je größer die Oberfläche im Verhältniß der Quantität der

*) Alle diese mit großer Mühe und Sorgfalt angestellten Versuche zeigen bloß, daß sich das am wenigsten kohlenhaltende Eisen unter gleichen Umständen am stärksten oxydirt, welches auch ganz der Theorie gemäß ist.

der Materie ist, desto stärker ist der Abbrand des Eisens, und es findet dabei dasselbe Gesetz, wie bei der Verdampfung statt, die sich ebenfalls nach der Oberfläche der Körper richtet. — Die Kugel muß also einen geringeren Abbrand als der Cylinder, und dieser einen geringeren Abbrand als das Parallelepipedum von gleicher Schwere, Dicke oder Durchmesser erleiden. Dasselbe Stück Eisen welches sich durch mehrere Tage fortgesetztes Glühen nicht gänzlich in Glühspan oder Schlacke verwandeln würde, erfordert nur wenige Stunden, wenn es die Gestalt eines dünnen Bleches erhält, oder wenn es als Feilspan dargestellt wird. — Bei einem eckigen Stück werden die Kanten stärker angegriffen, so daß ein viereckiges Stück durch den Abbrand nach und nach die Gestalt eines Cylinders, und der Würfel die Gestalt einer Kugel erhält. Diese gleich starke Wirkung der Hitze nach allen Seiten bewirkt auch, daß ein viereckiges Stück Eisen aufschwillt und eine cylindrische Gestalt annimmt, wenn es durch und durch in Glühspan oder in Schlacke verwandelt wird; wie ich oben (§. 56, 1) bemerkt habe. Von der Wirkung der Hitze kann man sich am deutlichsten überzeugen, wenn man einen Würfel z. B. von schwarzem Marmor, gelinde glüht und dann zerschlägt. Inwendig wird man einen runden schwarzen Kern finden, weil das Feuer das Brennbare im Mittelpunkt noch nicht hat zerstöhren können, an allen Ecken und Kanten wird er aber eine weiße Farbe angenommen haben, an welcher Farbe man die Wirkungen der Hitze nach den eben angeführten Gesetzen deutlich wahrnehmen kann.

Die Physiker haben gefunden, daß ein Körper die Wärme im Verhältniß zu seiner Oberfläche verliert, daß er sie aber nach dem Verhältniß seines Volums aufzunehmen vermag. Stellt man den Versuch bei zwei gleichartigen Cylindern, Prismen, Würfeln oder Kugeln an, deren äußere Flächen sich wie die Quadrate

und deren körperlicher Inhalt sich wie die Cubikzahlen ihrer Durchmesser verhalten; so muß sich z. B. eine Kugel von einem Zoll im Durchmesser zu einer anderen größeren Kugel von 10 Zoll im Durchmesser in Rücksicht ihrer Oberfläche wie 1 zu 100 und in Rücksicht ihres körperlichen Inhalts oder der Quantität der Materie, wie 1 zu 1000 verhalten, und daher muß die letzte große Kugel die Wärme zehnmahl länger als die kleine behalten. Dasselbe muß beim Glühen und bei der davon herrührenden Verwandlung in Glühspan der Fall seyn.

4) **Die verschiedenen Arten des Brennmaterials** welche zum Glühen angewendet werden, haben ebenfalls einen ungleichen Abbrand zur Folge:

a. Durch das Glühen in reiner, gut gebrannter **Holzkohle** entsteht, aller Theorie und Erfahrung nach, der geringste Abbrand; vorzüglich wenn man Kiefern oder Tannenkohlen anwendet, denn die Laubholzkohlen stehen in dem Verdacht daß sie die mehrste Holzsäure enthalten, wodurch die Zerstöhrung des Eisens befördert wird.

b. Die **Holzflamme** wirkt zerstöhrender auf das Eisen wenn sie frei auf dasselbe spielen kann, theils weil sie sehr viel Luft mit sich führt, wodurch die Ausdünstung, folglich auch das Abbrennen befördert wird, theils weil sie erweislich eine Menge Holzsäure enthält, welche das Eisen auflöst, und daher zum Abbrennen Veranlassung giebt. — Kann man aber verhüten, daß die Flamme das Eisen nicht unmittelbar berührt, so fallen beide Nachtheile weg.

c. Die **Steinkohlen** tragen bei einer unmittelbaren Berührung mit dem Eisen, sehr viel zum Abbrennen desselben bei, vorzüglich wenn sie Schwefelkies oder Flecken von blauer, grüner und violetter Farbe zwischen ihren Ablösungen enthalten, welche jedesmal auf einen starken Gehalt von Schwefelsäure hindeuten, die am aller-

allerstärksten auf die Zerstöhrung des Eisens wirkt. Unterrichtete Schmiede gebrauchen daher die Vorsicht, daß sie solche Kohlen aussuchen und auswerfen, und daß sie ihren Heerd dergestalt vorrichten, daß die Steinkohlen beim Zusammenschmelzen eine Art von Decke oder Gewölbe bilden, worunter das Eisen vermittelst des Gebläses erhitzt wird. Bei dieser Vorsichtsmaasregel scheint der Abbrand bei Steinkohlen nicht größer (vielleicht noch etwas geringer) als bei Holzkohlen zu seyn, vorzüglich weil die Steinkohlenhitze stärker und durchdringender ist, so daß das Eisen wegen der schnelleren Erhitzung einen geringeren Abbrand erleidet *).

d. Torf und Torfkohlen geben sehr viele leichtflüssige Asche, die sich zwar sogleich über das Eisen verbreitet und die Oberfläche desselben gegen das Verbrennen schützt; sie machen aber den Heerd unrein und geben größtentheils eine schwache Hitze, so daß das Eisen länger im Feuer bleiben muß. Will man daher die Hitze bis zu demselben Grade als mit andern Kohlen bringen, so kann bei der Anwendung des Torfes sehr leicht ein größerer Abbrand entstehen. Die Torfkohlen sind indeß in ihrer Güte sehr verschieden, auch ist der verkohlte Torf dem unverkohlten immer sehr vorzuziehen. Ich verweise hierbei auf das, was ich in meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens und auch in den Verhandlungen der Königl. Schwed. Akademie der Wissenschaften für das Jahr 1781 gesagt habe **).

5) Die Zeit in welcher das Eisen beim Glühen entweder zum Theil oder ganz und gar verbrennen kann, hängt daher ohne Zweifel von allen den angeführten Umständen zusammengenommen, nämlich von der Beschaffenheit des Eisens, von der Intensität der Hitze, von der äußeren Gestalt und von der Dicke des Eisens,

so

*) Es versteht sich von selbst, daß hier nur von guten, backenden Steinkohlen die Rede ist.

**) Neue Abhandl. der schwed. Akademie. Uebers. v. Kästner B. II. S. 279 u. f.

so wie auch von der Verschiedenheit des Brennmaterials ab, welches zur Erzeugung der Glühhitze angewendet wird. Unter übrigens ganz vollkommen gleichen Umst nden, wird der Abbrand in der ersten Stunde doch anders seyn als in der zweiten u. s. f. Aus den oben angeführten Versuchen geht z. B. hervor; daß weiches Eisen einmal (§. 58, 1) in 6 Stunden $13\frac{7}{8}$ Procent, in 9 Stunden (§. 57, 4) $15\frac{1}{2}$ Procent, und in 12 Tagen oder 288 Stunden (§. 57, 6) nur $26\frac{1}{2}$ verlor, obgleich es sich in einer so langen Zeit durchaus in Glühspan verwandelt haben sollte. — Es scheint hieraus zu folgen, daß sich das Abbrennen, vorausgesetzt, daß die erste Bedeckung von Glühspan sitzen bleibt, und nicht durch Abkühlung oder durch einen andern Umstand abgelöset wird, ungefähr in dem kubischen Verhältniß der Entfernung der Oberfläche des Eisens von dem Mittelpunkt des Stückes, wie ich schon oben (§. 55, d) bemerkt habe, vermindert, so daß eine doppelt so starke Schlackenhaut 8 Sekunden, eine dreimal so starke, 512 Sekunden u. s. f. beim Glühen erfordert, wenn sich die erste Schlackenhaut in einer Zeit von 2 Sekunden bildet.

Dennoch findet man aber, daß die Zeit auf die Zerstöhrung des Eisens einen großen Einfluß hat. Ein Stück Eisen kann in einer Zeit von einer Minute in einer heftigen Hitze weißwarm gemacht werden, ohne mehr als zwei Procent von seinem Gewicht zu verlieren, und eben dieses Stück Eisen wird einen Abbrand von 6, 10 und mehreren Procenten erleiden, wenn man es nach und nach, oder gradweise 6 bis 9 Stunden lang erhitzt und die Hitze zuletzt bis zum Weißglühen verstärkt. — Eine andere Wirkung der langsamen Hitze, oder des langsamen Glühens besteht darin, daß das Eisen dadurch viel von seiner Stärke oder Zähigkeit verliert, wenn es auch keinen starken Abbrand oder Verlust durch

Glüh-

Glühspan erleiden sollte *). Ich habe schon oben (§. 57, 4) bemerkt, daß ganz weiches und zähes Osemund-Eisen, welches ich 9 Stunden lang einer lichtrothen Glühhitze, ohne Zutritt von Phlogiston aussetzte, nicht allein 15 Procent am Gewicht verlor, sondern auch so spröde ward, daß es sich eben so wenig wie kaltbrüchiges Eisen biegen ließ, ohne zu brechen, obgleich es nicht im Wasser abgelöscht ward; daß es aber durch Glühen zwischen Kohlen (wodurch es wieder Phlogiston aufnehmen konnte) nach dem Ausschmieden wieder Zähigkeit erlangte. — Dies bestätiget sich auch durch das Verhalten der Eisenstäbe aus gutem zähem Eisen die als Roste unter den Feuerstätten gebraucht und einer langsamen Glühhitze ausgesetzt werden, welche indeß nicht so stark seyn muß, daß sich das Eisen dadurch ganz und gar in Schlacke verwandeln kann; es wird dadurch nämlich mit der Zeit so spröde, daß es weder kalt noch warm ohne zu brechen oder zu springen, gebogen oder geschlagen werden kann.

Aus allem diesem geht hervor, daß die Zeit und eine langsame und gelinde Glühhitze bewirken können, was eine schnelle und starke Hitze nicht auszurichten vermag; daß das Eisen bei jedem Glühen, es sei in einer stärkeren oder schwächeren Hitze, so lange der Zustand des Glühens dauert, wirklich sein Phlogiston durch Verdampfung verliert; daß es nicht einerlei ist, ob man das Eisen schnell, oder langsam glüht, und daß diejenigen Schmiede mit Umsicht verfahren, welche den Stahl beim Härten mit frischen, reinen und guten Holzkohlen vor einem schwachen Gebläse glühen, weil er dadurch den

*) Ein Frischer, der mit alten, leichten, schlechten Kohlen, die eine geringe Hitze geben, zu arbeiten gezwungen ist, geräth sehr leicht in den Fall, sein Eisen zu verderben. Es scheint, als wenn das Eisen durch diese gezwungene Hitze gleichsam mit dem Sauerstoffgas der Gebläseluft cementirt würde. — Daß übrigens eine schnelle Hitze einen geringeren Abbrand verursachen muß als eine langsame, ist sehr einleuchtend, weil das Eisen im ersten Fall weniger Gelegenheit hat sich zu oxydiren.

den zum Härten erforderlichen Hitzgrad schnell erhält, ohne einen starken Glühspan anzusetzen, und etwas von seiner Härte zu verlieren. — Es ist aus eben diesem Grunde auch nicht möglich, einen guten, scharfschneidenden, elastischen oder starken Stahl zu erhalten, wenn man ihn im Glühofen glüht, oder ihn in geschmolzenes Blei steckt, oder wenn man eine andere schwache Hitze anwendet, wodurch stets eine matte und spröde Härtung hervorgebracht wird. — Auch das weiche Eisen verliert durch langsames Glühen, vorzüglich im Flammofen, wenn es nicht zwischen Kohlen liegt, viel von seiner Zähigkeit; dem harten oder stahlartigen Eisen schadet aber ein solches Glühen viel weniger, oder gar nicht; es wird vielmehr etwas weicher, obgleich es einen stärkeren Abbrand erleidet *).

6) **Wenn das Eisen nicht in einer gleichförmigen Hitze erhalten, sondern zuweilen abgekühlt und dann wieder von Neuem geglüht wird**, erleidet es ebenfalls einen ungleichen Abbrand (§. 56, 3). Der Glühspan besitzt nämlich nicht die Eigenschaft des Metalles sich beim Abkühlen zusammen zu ziehen und ein geringeres Volum einzunehmen, sondern er hat eine glasartige Natur und behält eine gleiche Ausdehnung, weshalb er sich beim Abkühlen zum Theil vom Eisen ablöst, und die entblößte Eisenfläche der Wirkung der Hitze Preis giebt. In diesem Fall findet auch das, was ich unten 5 gesagt habe, daß nämlich der Abbrand in den ersten Glühperioden geringer als in den folgenden ist, keine Anwendung, sondern es tritt nun bei jedem neuen

*) Der Grund von allen diesen wichtigen, nicht genug beachteten Erfahrungen ist sehr einleuchtend. Der Stahl wird nämlich durch eine langsame Hitze eisenartig, das gute weiche Eisen roh, das harte, stahlartige Stabeisen aber erhält durch Aufnahme von etwas Sauerstoff Gelegenheit, einen Theil des Kohlenstoffes, durch welchen es die Härte erlangte, auszuscheiden und sich zu verbessern. Ein unterrichteter Eisenarbeiter muß daher wissen, welche Behandlung beim Glühen seinem Eisen am zuträglichsten ist.

neuen Glühen fast derselbe Fall ein, als wenn man ein ganz reines Stück Eisen behandelt. Es setzt sich nämlich bei jedem Glühen eine neue Rinde von Glühspan an, wenn der zuerst entstandene auch nicht abgeschlagen wird, wie man aus den eben angeführten Versuch (vergl. mit §. 57 No. 12 A. B.) deutlich sehen kann.

§. 59. Wodurch der Abbrand vermindert oder vermieden werden kann.

Ich bin in den vorhergehenden Paragraphen bemüht gewesen, die Ursache des Verbrennens des Eisens aufzusuchen, und zu zeigen, daß der Abbrand von der Verdampfung des Brennbaren bis zu dem Grade herrührt, in welchem das Eisen seine metallischen Eigenschaften, Geschmeidigkeit, Dehnbarkeit, Glanz u. s. f. verliert. Diese Verdampfung folgt denselben Gesetzen, nach welchen sich die Wärme bei andern Körpern überhaupt wirksam zeigt; sie hält nämlich so lange an, als die wirkende Ursache fortdauert; sie wird durch den freien Zutritt der Luft befördert, sie steht mit der äußeren Fläche des Körpers im Verhältniß, und kann durch den Ersatz des brennbaren Wesens gänzlich verhindert werden. Diese Verdampfung muß sich daher bei den Metallen ungefähr eben so als bei ändern Körpern vermindern oder gänzlich verhüten lassen.

1) Wenn man z. B. Wasser, ohne eine starke Verdunstung, zum Sieden, oder zu dem höchsten Hitzgrad bringen will, den es anzunehmen fähig ist; muß das Gefäß entweder einer starken Hitze ausgesetzt werden, damit das Wasser in der möglichst kürzesten Zeit bis zum Siedepunkt erhitzt wird, oder man muß das Gefäß bedecken, damit nichts verdunstet *). Auf eben die

*) Bekanntlich geschieht das Bedecken siedender Flüssigkeiten nicht aus dem Grunde, aus welchem das Eisen beim Glühen gegen den Zutritt der atmosphärischen Luft geschützt wird. Im letzten Fall soll nämlich das Sauerstoffgas wirklich abgehalten, im ersten Fall aber die Verdampfung, durch den Druck der sich entwickelten Dämpfe, erschwert werden.

die Art wird auch der Abbrand des Eisens vermindert, wenn man es so schnell als möglich erhitzt, welches man besonders in dem Fall zu beobachten hat, wenn es darauf ankommt das brennbare Wesen so sehr als möglich zurückzuhalten z. B. beim Härten des Stahls u. s. f. Weil indeß aus dem Folgenden (§§. 72—74) hervorgehen wird, daß die Weichheit des Eisens durch ein langsames gelindes Glühen *) sehr befördert wird, so muß man sich oft den größeren Abbrand gefallen lassen. — Deshalb muß man auch das Eisen zur Vermeidung eines starken Abbrandes nicht in einen kalten Ofen bringen z. B. in den Glühofen bei den Blechwalzwerken, sondern man muß den Ofen erst abwärmen, damit das Eisen in kurzer Zeit bis zum gehörigen Glühgrad erhitzt werden kann. Eben so muß man auch nicht mehr hineinlegen, als man schnell verarbeiten kann, besonders wo man eine große Oberfläche im Verhältniß der Stärke oder Dicke verlangt, z. B. bei der Anfertigung der Bleche, des dünnen Bandeisens u. s. f. — Ganz vorzüglich ist dieser Umstand bei dem Stahlschmieden zu beobachten, indem der Stahl bekanntlich durch das Glühen viel von seiner Härte verliert. — Ich habe bei den Glühöfen in den Walzhütten die Bemerkung gemacht, daß die erste Stange von dem eingelegten Satz, der aus 6 bis 8 Schiffpfund bestand, welche bis zum gehörigen lichtrothen, fast weißwarmen Glühgrade erhitzt wurden, beim Herausziehen nicht mehr Glühspan als ungefehr die Stärke eines Kartenblattes beträgt, angesetzt hatte; als aber nach Verlauf von 3 oder 4 Stunden die letzte Stange, welche keinesweges stärker als die erste erhitzt worden war, herausgenommen ward, zeigte sich die Glühspanrinde $\frac{1}{16}$ Zoll stark und noch stärker, wodurch sich das Gewicht des Eisens bedeutend verminderte. — Wenn man kleine Eisenzaine, woraus Bandeisen gewalzt wird, schnell in einem sehr heißen

*) Das heißt durch Glühen zwischen Kohlen, ohne allen Luftzutritt.

ßen Ofen glühend macht, so behalten sie, wenn sie durch die Walzen gegangen sind, eine ebene Fläche und eine blaue Farbe, und setzen fast gar keinen Glühspan an; legt man aber mehr Stücken hinein als man schnell unter den Walzen verarbeiten kann: so kommen auf der Fläche Furchen oder Ränder von dem eingedrückten Glühspan zum Vorschein, der nachher abfällt, und einen beträchtlichen Abgang und eine unansehnliche Waare zur Folge hat, welches bloß von dem zu langsamen Glühen herrührt *).

2) Ein anderes Mittel den Abbrand zu verhindern, besteht darin, daß man das Eisen zwischen solchen **brennbaren Stoffen** glühet, die das verdampfende Phlogiston ersetzen können. So findet man z. B. beim Cementiren des Stahls (wobei das Eisen in Kohlenstaub und in so dichten Kasten eingeschlossen ist, daß gar kein Luftzutritt zum Kohlenstaub statt finden kann) daß das Eisen nicht allein keinen Abbrand erleidet, sondern sein Gewicht noch eher etwas vermehrt, wovon ich weiter unten (§. 273) ausführlicher reden werde. Das Eisen verliert dadurch aber auch seine vorige Eigenschaft, wird hart und verwandelt sich in Stahl, vorausgesetzt daß die Hitze bis zu dem zum Stahlbrennen erforderlichen Grad verstärkt worden ist. In einem geringeren Hitzgrade verhält es sich anders, wie folgender Versuch beweist. Ich legte mehrere Stücken Stahl und geschmeidiges weiches Eisen in einen Cementirkasten, bedeckte sie sorgfältig mit feinem Kohlenstaub, und setzte den Cementirkasten, wohl verklebt, einer acht Stunden lang anhaltenden rothwarmen Glühhitze aus. Es ward kein starker Zug sondern eine geringere

*) Aus einem schlecht construirten Glühofen, worin man nicht schnell eine starke Hitze geben kann, wird man nie eine gute Waare erhalten. Der Grund ist derselbe, aus welchem ein überfüllter übrigens gut construirter Ofen zuletzt eine unansehnliche Waare liefert, nämlich die Oxydation des Eisens oder das Ansetzen des Glühspans, durch ein zu lange anhaltendes Glühen, wobei die atmosphärische Luft nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann.

gere Hitze als zum Stahlbrennen erforderlich ist, gegeben, und nach dem Erkalten fand ich alle Stücken ohne Glühspan. Das Eisen war nicht bedeutend härter, der Stahl aber etwas weicher geworden, ohne indeß seine stahlartige Natur zu verlieren. — Hieraus folgt, daß man das Eisen in brennbaren Substanzen glühen kann, ohne daß es einen Abbrand erleidet oder zu Stahl wird, wenn man nur den Hitzgrad gehörig beobachtet und ihn nicht zu sehr verstärkt *).

3) Das dritte Mittel das Verbrennen des Eisens in der Glühhitze zu vermeiden, ohne welches alle übrigen wenig wirksam sind, besteht **in der Verhinderung des Zutritts der Luft.** Wie viel die Luft zur Kalcination oder zur Zerstöhrung der unedlen Metalle beiträgt, ist aus der Metallurgie bekannt, und um so weniger zu verwundern, als alle Versuche darthun, daß das Feuer ohne Luft nicht leben, oder verbrennliche Dinge verzehren kann. — Holzkohle, die beim Zutritt der Luft ihr Phlogiston sehr schnell verliert, und bloß ihre erdartigen Theile oder die Asche zurückläßt, kann in einem verschlossenen Gefäß viele Tage lang der größten Hitze ausgesetzt werden, ohne eine bedeutende Veränderung zu erleiden. — Ohne Zweifel würde sie ganz unzerstöhrbar seyn, wenn es möglich wäre alle Luft durchaus abzuhalten und zugleich die Lufttheile auszutreiben, welche

*) Das Vorurtheil, welches man an einigen Orten gegen die Glühöfen z. B. bei der Blechfabrikation hat, ist daher nicht ganz ohne Grund. Werden die Bleche nämlich auf dem offenen Heerd zwischen Kohlen geglühet, so haben sie weniger Gelegenheit Glühspan anzusetzen als im Glühofen; auch ist der Glühspan weit lokkerer und läßt sich leichter abschlagen, macht daher die Waare weniger unansehnlich, obgleich der Verbrauch an Brennmaterial bedeutend größer ist. Bei einem gut construirten Glühofen und bei einer schnellen Hitze läßt sich aber das Ansetzen des Glühspans vermeiden und mit den übrigen haushälterischen Vortheilen des Ofens verbinden; vorausgesetzt, daß die Arbeit rasch genug geht und daß die Wirkung des Geschläges mit der des Glühofens nicht im Mißverhältniß steht. In dieser Rücksicht bleibt die Anwendung eines Glühofens ohne Walzwerk, wenn nämlich die Blechfabrikation unter dem Hammer geschehen muß, immer unvollkommen.

welche sich in der Kohle selbst und in den Körpern befinden. — Eben so würde auch das Eisen unverbrennlich seyn, wenn der Zutritt der Luft ganz abgehalten werden könnte. Dies läßt sich aber bei den leeren Tiegeln und bei den steinernen, thönernen und gläsernen Gefäßen, gar nicht vollkommen bewerkstelligen, denn wenn man sie auch verkleben oder mit einem Glasfluß zuschmelzen wollte, so würde noch immer so viel lufthaltiger Raum übrig bleiben, daß dadurch (und durch die auf dem Eisen selbst ausgetriebene Luft) eine geringe Kalcination bewirkt werden kann. Dennoch findet man, daß der Abbrand bei diesem unvollständigen Ausschließen der Luft, um viele Procente vermindert wird. Weiter unten (§. 73, XIX) werden wir sehen, daß ein kleines Stück Eisen durch ein zwölftägiges Glühen, in einem hermetisch versiegelten Glase nicht das geringste am Gewicht verlor. Dagegen habe ich oben (§. 56, 10) schon angeführt, daß ein Stück Roheisen und Stabeisen, jedes ungefehr $\frac{1}{2}$ Zoll stark, in einem offenen Tiegel, einer viertägigen Stahlofenhitze ausgesetzt, ganz und gar in Glühspan verwandelt wurden. Eben so habe ich auch gezeigt (§. 57, 9) daß eine Schale von Roheisen, die ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll stark war, in einem leeren, aber gut verklebten Tiegel, einer eben so großen Hitze, 12 Tage lang ausgesetzt werden konnte, ohne einen stärkeren Abbrand als von 26 Procent zu erleiden, indem es sich nur mit einer ganz dünnen Glühspanhaut bedeckte.

Wir haben oben (§. 57, 5, 9) gesehen, daß einige Eisenarten in verdeckten Tiegeln in 12tägiger Glühhitze ungefehr 20 Procent verloren; dagegen verbrannten aber von eben so großen Stücken, die nur 6, 9 höchstens 10 Stunden lang unter der Muffel des Probierofens standen, 9 bis 10 Procente (§. 56, 1 — 4, 11. §. 58, 1) welches daher rührt, daß die Luft in den verdeckten Tiegeln nicht so stark und ungehindert als zu der

Muffel

Muffel, die noch überdies häufig geöffnet wurde, dringen konnte. — Beim Stahlbrennen kann das Eisen, wie ich schon bemerkt habe, viele Tage lang, ohne den geringsten Abgang zu erleiden, im Kohlenstaub eingeschlossen liegen bleiben; wenn die Stahlkiste aber zufällig ein Loch bekommt, so daß der Kohlenstaub ausläuft, und Luft und Hitze unmittelbar auf das Eisen wirken können, so verwandelt sich auch die stärkste Eisenstange in einer Zeit von einem Tage entweder gänzlich oder doch größtentheils in eine schwarze Schlacke.

4) Es folgt hieraus, daß das Verdampfen des Phlogistons um so mehr verhindert und der Zerstöhrung des Eisens folglich um so besser vorgebeugt wird, je **vollständiger man den Zutritt der Luft zu verhindern im Stande ist.** Am besten läßt sich dieser Zweck erreichen, wenn man das Eisen gemeinschaftlich mit solchen Stoffen, die feuerbeständig sind, und welche das Eisen nicht auflösen oder angreifen, in gut verklebte feuerfeste Gefäße oder Tiegel bringt. Unter diesen Umständen läßt sich das Eisen so lange glühen oder schmelzen als man will, ohne daß es im geringsten etwas von seinem Gewicht verliert. Die Körper welche ich hierzu am zweckmäßigsten gefunden habe, sind folgende:

a. Feines **Krystallglas**, welches sehr leichtschmelzend und schon im Fluß seyn muß, wenn das Eisen so eben zu glühen anfängt. Das fließende Glas muß das Eisen alsdann wie ein Firniß oder wie eine Rinde von allen Seiten umgeben. Bei der Anstellung des Versuches fand ich, daß das sonst so sehr leicht verbrennliche Eisen in der stärksten Hitze durchaus unverändert blieb. — **Kunkel** hat vier und mehrere Wochen lang Eisen im Glasofen mit Glas bedeckt flüssig erhalten. Ich schmolz mehrere Arten von Roheisen im Windofen, ohne daß ich einen anderen Zusatz als Krystallglas in die Tiegel brachte, und setzte es 2 bis 3

Stun-

Stunden lang der stärksten Schmelzhitze aus, allein ich bemerkte nicht den geringsten Gewichtsverlust. Das Glas war fast eben so klar, nur etwas dunkler und grünlich, und die Schmelzung geschah ganz reinlich, wenn die Roheisenstücken ganz rein und von Glühspan frei, und wenn Glas genug zur vollkommenen Bedeckung, (etwa gleiche Theile Eisen und Glas, dem Gewicht nach,) vorhanden waren. — Dasselbe fand auch beim Glühen des Stabeisens statt, indem sich die Oberfläche desselben unter der Glasrinde, so hell und rein als Silber erhalten hatte und nicht im mindesten angegriffen war. Eben das suchen die Schmiede durch den Glaszusatz zu ihren Härtepulvern bei der sogenannten **Oberflächenhärtung** (§§. 279, 280) zu bewirken, wenn sie der Oberfläche des Eisens eine harte, stahlartige Natur mittheilen, aber sie zugleich gegen den Abbrand und gegen die Angriffe beigemengter Salze schützen wollen. Krystallglas ist in so ferne der beste Zusatz, als es am leichtesten schmelzt und das Eisen, noch ehe es etwas Glühspan ansetzt, bedeckt. Daß dieses Glas leichtflüssiger als anderes ist, rührt zum Theil vom Braunstein, größtentheils aber vom Blei her, welcher Zusatz indeß durchaus unschädlich ist. Das Blei reducirt sich zwar in der sehr starken Hitze und wird metallisch, wozu das Eisen ohne Zweifel einen kleinen Antheil von Phlogiston hergeben muß; allein es vermischt sich keinesweges mit dem Eisen, sondern setzt sich abgesondert zu Boden, wenn die Quantität des Eisens zehn und mehrere male größer ist, als die des Bleies. — Das grüne oder gemeine Glas bewahrt das Eisen zwar auch gegen das Verbrennen; weil es aber erst in Fluß kommt, wenn das Eisen schon einen starken Glühspan angesetzt hat, so setzt sich das Glas entweder daran fest, oder der Glühspan verglast sich in einer stärkeren Hitze ebenfalls, weshalb dieses Glas nicht füglich angewendet werden kann.

Wenn

Wenn das Eisen oder der Stahl im offenen Feuer im Heerde eine Schweißhitze erhalten soll, so leistet nach meinen Versuchen auch hierbei das Krystallglas zur Verhütung des Verbrennens die besten Dienste, indem es sich wie Oel um das Eisen legt, noch ehe dieses weißwarm wird oder die Schweißhitze erhält und glänzende Funken sprüht. Der rothe Sand, dessen sich die Schmiede gewöhnlich bedienen, kommt nicht eher in einen recht guten Fluß, als bis das Eisen schon starke Schweißfunken auswirft, folglich schon zum großen Theil verbrannt ist. — Weil dies feine Glaspulver aber seiner Kostbarkeit wegen, nur zu den feinsten Arbeiten genommen werden kann, so muß man statt desselben andere leichtschmelzende Körper wählen, worunter die leichtflüssigsten und reinsten Glasflüsse die besten Dienste leisten. — Pulverisirte und vorher gebrannte **weiße Kieselsteine**, mit dem vierten Theil abgeknistertem Kochsalz vermengt, wodurch das schnelle Fließen im Feuer befördert wird, habe ich vorzüglich bei Stahl sehr anwendbar gefunden. — Der **weiße Streusand** von den Seeküsten ist wegen der salzigen Theile des Seewassers die er enthält, oder wenn man etwas Kochsalz züsetzt, beim Schweißen des Stahls vorzüglich zu empfehlen; zerstoßener **Sandstein** oder **Hohenofenschlacke** sind aber eben so gut. In Ermangelung dieser Materialien kann man sich des mergelartigen oder kalkhaltigen **grauen Thones** oder des zerstoßenen Gothländischen Sandsteins bedienen, der ebenfalls sehr leicht schmelzt. Andere Thonarten, die sich im Feuer schwarz brennen, nach Schwefel riechen und beim Schmelzen eine schwarze oder rothe Schlacke geben, enthalten Schwefelsäure und sind gänzlich unbrauchbar. Der gewöhnliche rothe **Streusand** ist leichtflüssig und kann zu gröberen Arbeiten sehr gut gebraucht werden. Ohne diese glasartigen Körper, wodurch die Oberfläche des Eisens beschützt, und rein erhalten wird, würde man Eisen mit Eisen oder mit

Stahl

Stahl durch das Schweißen nicht vereinigen können. Ein Schmidt, der hierbei mit gehöriger Vorsicht verfährt, kann sich sehr viel Eisen ersparen. Der Frischer wendet in dieser Absicht bloß reine Eisenschlacke an, welche dieselben Dienste leistet, indem sie das eingetauchte Eisen gegen das Verbrennen schützt (§. 16) aber auch noch zugleich den Vortheil gewährt, daß sich daraus in der Schmelzhitze noch ein Theil Eisen reducirt, welches das Gewicht des Deuls oder der Luppe vermehren hilft.

b. In ganz weißer und stark gebrannter **Knochenasche** konnte ich mehrere Arten von Roheisen, Stabeisen und Stahl, welche ich damit umgab, 10 bis 12 Tage lang der stärksten Hitze im Stahlofen aussetzen, ohne daß sie das mindeste am Gewicht verloren. Graues Roheisen hatte zwar einigemale einen Abgang von 1 oder 2 Procent erlitten; dies konnte aber sehr zufällig seyn, denn das weiße oder grelle Roheisen hatte durchaus dasselbe Gewicht behalten. Wenn man das Eisen mit der Knochenasche indeß in einer langsameren gelinderen Hitze glüht, so setzt es doch fast eben so, als durch das Glühen ohne Zusatz, Glühspan an, und verliert am Gewicht; in einer starken Hitze, welche dem Schmelzgrade sehr nahe kommt, findet dagen dieser Gewichtsverlust nicht statt, wovon ich unten (§. 73, IV, VI.) ausführlicher reden werde.

c. Gewöhnliche reine Holzasche schützte das Eisen sehr gut gegen das Verbrennen, allein es verwandelte sich bei einer sehr großen Hitze in Stahl, besonders wenn die Asche noch etwas Kohle enthielt (§. 73, XV).

d. Gut gebrannter und gelöschter, weißer und von allen fremden Theilen reiner **Kalk**, ferner mehrere Kalkarten, z. B. **Kreide**, **Eierschalenpulver**, ausgelaugte **Birkenasche** und gebrannter Gothländischer **Sandstein** (welcher ein feiner Quarzsand ist, dessen Bindungsmittel Kalk oder Mergelerde enthält) wurden versuchsweise bei einer 10 Tage lang anhaltenden, sehr star-

starken Glühhitze angewendet, und leisteten sämmtlich sehr gute Dienste. **Ungebrannter Kalkstein, ungelöschter Kalk** und **weiße Magnesia** griffen die Oberfläche des Eisens etwas an, besonders ward das Roheisen durch die Anwendung dieser Mittel mit etwas Glühspan bedeckt; das geschmiedete Eisen erhielt eine wasserbleifarbene Oberfläche, der Stahl aber blieb ziemlich rein (§. 73, IX, X).

e. In einer Mischung von ungarischem und polnischem Gallmey (wie sie in den Messinghütten gebräuchlich ist) erlitten Eisen und Stahl, bei einer 12tägigen gleichförmigen Glühhitze im Stahlofen nicht den geringsten Abgang. Auch in den **Zinkblumen** oder in dem sogenannten **weißen Nichts** behielt das Eisen, bei einem eben so langen Glühen, eine reine Oberfläche und setzte eben so wenig als bei der Anwendung von Gallmey, Glühspan an (§. 73, III, XVI).

f. Der **schwarze Braunstein** oder der gewöhnliche Schwedische **Braunstein** von Rålberg, aus dem Kirchspiel Laxand, bewahrte das Eisen und den Stahl, eben so wie der Gallmey, ganz vollkommen gegen das Verbrennen. Die Oberfläche war nicht im mindesten angegriffen, sondern ganz rein und blank geblieben, obgleich das Eisen einer 11tägigen Glühhitze im Stahlofen ausgesetzt ward. Der Braunstein war weder geschmolzen, noch hatte er seine pulverartige Gestalt verloren; seine schwarze Farbe hatte sich aber in ein schönes Grasgrün umgeändert, und das darin befindliche Eisen war größtentheils, besonders an den Wänden des Tiegels, reducirt und bildete kleine Fletschen oder Zacken (§. 73, XVII).

g. Auch in gut gebranntem **kölnischen Thon**, gebranntem und geschlämmten **Kieselsteinpulver**, im Pulver von neuen Tabackspfeifen, und in gut ausgelaugter stark gebrannter **Holzasche**, behielt das Eisen

eine

eine reine glänzende Fläche, ohne Glühspan anzusetzen (§. 73, XI).

h. Wenn man 4 Theile reinen, **weißen Kalkstein**, 2 Theile **Flußspath** und 2 Theile **weißen Kieselstein** recht fein zusammenreibt, so erhält man ein sehr leichtflüssiges Glas, welches das Eisen durchaus nicht angreift, sondern gegen das Verbrennen schützt. Beim Schmelzen des Roheisens im Tiegel hat es mir besonders gute Dienste gethan. — Durch den Zusatz von 1 Theil Braunstein wird es noch besser. Ein anderes Gemenge von reiner glasiger **Hohenofenschlacke**, von **Streusand** und **Braunstein** ist ebenfalls sehr zu empfehlen, besonders um den Abbrand des Stahls zu verhüten, der dadurch auch seine Stärke in der Schweißhitze nicht verliert, wie ich weiter unten in der Abhandlung vom Stahl zeigen werde. — Die Art, wie der Sand beim Schweißen des Eisens und Stahls angewendet wird, ist bekannt; man erhitzt das Eisen nämlich zuerst bis zum Weißglühen und taucht es dann in den Sand, der sich darauf befestiget und dann in noch größerer Hitze um das Eisen schmelzt. Wenn das Eisen aber schon Glühspan angesetzt hat, ehe es die Sanddecke erhält, so läßt sich der Abbrand auf diese Art nicht verhindern. Alsdann ist es fast besser, die Waare, vorausgesetzt daß sie diese Behandlung verträgt, vorher kalt in Lehm, worin sich etwas guter Schweißsand, Glas oder irgend ein anderes von den angeführten Flußpulvern befindet, einzutauchen oder damit zu überziehen, so daß der Ueberzug bei der Erhitzung im Heerde sogleich in Fluß kommt und die Oberfläche des Eisens wie fließendes Oel umgiebt.

i. Alle feuerfeste Salze die ich untersucht habe, beförderten die Auflösung oder die Verschlackung des Eisens. Indeß schmolz Stahl, den ich mit reinem abgeknisterten Kochsalz gut bedeckt hatte, ohne einen Gewichtsverlust vor dem Gebläse, auch war das Salz

dadurch

dadurch nicht schwarz, sondern nur gelblich geworden. Das Kochsalz gehört daher zu den Substanzen welche das Eisen (wenigstens in der Schmelzhitze) am wenigsten angreifen, und es am mehrsten gegen den Abbrand beschützen, in sofern das Salz nämlich nur die Oberfläche des geschmolzenen Eisens berühren kann. Wenn man dagegen ein Stück Eisen, ohne es zu schmelzen, in Kochsalz wirft, welches in der Weißglühhitze zum Fließen gebracht ist, so verliert das Eisen beträchtlich am Gewicht, indem der durch die Hitze ausgetriebene Salzgeist das Eisen angreift. Weiter unten (§. 68, 4) werden wir sehen, daß auch der Glühspan im geschmolzenen Salz aufgelöst wird, und deshalb ist ein Zusatz von Kochsalz zum Schweißsande für die Schmiede sehr nützlich. Uebrigens kann man hiermit die mit denjenigen Substanzen angestellten Versuche, (§. 16) welche dem Eisen eine reine Oberfläche ertheilen, vergleichen, indem jene Substanzen auch größtentheils gute Dienste leisten, wenn Eisen oder Stahl in der Schweißhitze mit einander vereinigt werden sollen.

§. 60. Von der Verwahrung der eisernen Gefäße gegen die Wirkung des Feuers.

Wir haben eben gesehen, wodurch das Abbrennen des Eisens im Allgemeinen vermindert, oder wie demselben vorgebeugt werden kann. Es läßt sich daraus abnehmen, in wiefern es möglich ist, Eisen oder eiserne Gefäße, welche in der Glühhitze gebraucht werden sollen, mit solchen Ueberzügen zu versehen, daß das Feuer gar keine Wirkung mehr darauf äußern kann. In einigen Wärmöfen müssen eiserne Röhren eine sehr anhaltende Hitze ausstehen, indem sie die erhitzte Luft zu einem gewissen Raum leiten sollen. Bei anderen Gelegenheiten, z. B. bei den Probieröfen, soll das Gewölbe des Ofens, oder die Muffel, von Eisenstäben getragen werden. Der Chemiker gebraucht viele eiserne Retorten und andere

dere eiserne Gefäße. In allen diesen und ähnlichen Fällen wünscht man, daß das Eisen der Zerstöhrung so lange als möglich widerstehen möge. — Es ist eine ausgemachte Wahrheit, daß das Eisen dem Verbrennen nicht ausgesetzt ist, sobald man es nur gegen den Zutritt der Luft schützen kann, und daher muß man zur Verwahrung des Eisens eine luftdichte glasigte Decke, oder ein Lutum nehmen, welches in der Hitze weder abspringt noch verzehrt wird, ohne dadurch eine Unbequemlichkeit beim Gebrauch der Gefäße zu veranlassen.

Wenn man sich erinnert, daß das Eisen die Eigenschaft besitzt, sich in der Hitze auszudehnen oder anzuschwellen und daß dagegen die erd- und glasartigen Substanzen, welche allenfalls zur Bedeckung genommen werden könnten, schwinden, oder sich zusammenziehen; so leuchtet es ein, wie schwierig es ist, eine dauerhafte Bedeckung auszumitteln, welche sich in der Hitze nicht vom Eisen ablöst, und es der Wirkung des Feuers und der Luft überläßt. Die vorzüglichste Eigenschaft einer solchen Bedeckung ist die, daß sie wie ein Firniß auf der Oberfläche des Eisens haften und in der Glühhitze feuerbeständig seyn muß. Weil das Eisen aber in der Hitze Glühspan ansetzt, der im Feuer schnell aufschwellt und alle Bedeckung abwirft, so entsteht dadurch eine neue Schwierigkeit, indem die Ueberzüge zwar eine Zeit lang und in geringer Hitze aushalten, und den Abbrand verhindern, allein in einer anhaltenden starken Hitze doch bald schadhaft werden und das Eisen zerstöhren lassen. Man muß sich daher damit begnügen, das Eisen so lange als möglich durch solche Ueberzüge zu schützen und dadurch den Nachtheil wenigstens einigermaaßen vermindern.

Leutman hat (in seinem Vulcanus famulans S. 65) zum Ueberzug für die Blechröhren in den Kachel- oder Stubenöfen folgendes Mittel angegeben: Man überzieht das Rohr zuerst mit gequirltem oder geschlage-

Eyweiß, übersiebt es dann mit einer Mischung von gleichen Theilen ungelöschtem Kalk, Glas und reinem Streusand, läßt alles eintrocknen und wiederholt das Anstreichen und Ueberziehen noch einmal. In einer gelinden Hitze, die nicht bis zum Glühen geht, mag dieser Ueberzug recht gut seyn; sobald die Hitze aber stärker wird, muß er verbrennen und als ein trockenes Pulver abfallen, weil das Bindungsmittel Eyweiß ist. — **Ankerström** sagt in seiner kleinen Abhandlung über die chemischen Processe S. 58, daß der beste Ueberzug für eiserne Gefäße aus 2 Theilen Kalk und 1 Theil Salz bestehe, welche mit Leimwasser zu einem dünnen Brei gerieben werden, der Brei wird auf das Eisen gestrichen und sogleich mit fein gestoßenem Glase bestreut. Dieser Ueberzug soll einer 14 Tag lang anhaltenden Glühhitze Troß bieten können. Ich habe diesen Ueberzug nachgemacht und gefunden, daß er zum Verkleben der Fugen bei den eisernen Gefäßen zu einer Glühung allenfalls anwendbar ist, indem das Salz sehr bald schmelzt und den Kalk bindet, wenn das Leimwasser auch schon verbrannt ist; allein er besitzt sonst denselben Fehler, den der Ueberzug des Hn. **Leutman** hat, und hat noch obenein das Mangelhafte, daß er nach dem Erkalten schnell die Feuchtigkeit aus der Luft an sich zieht und das Eisen dergestalt angreift, daß das Gefäß bald durchaus unbrauchbar wird *). — Man sollte daher das Kochsalz aus allen

*) Ein ganz vorzüglich guter, sehr zu empfehlender Eisenkitt oder Ueberzug, der weder reißt noch springt, sondern mit dem Eisen gleichsam zusammenwächst und daher zum Verstreichen der Fugen ganz besonders anwendbar ist, indem er keine Dämpfe durchläßt, besteht aus 1 Theil Ziegelmehl, 1 Th. gebranntem Kalk, 1 Th. gebranntem Gips, 2 Th. Eisenfeil (oder Hammerschlag in Ermangelung des Eisenfeilig) und 1 Th. zerstoßenem Glas, dem Maaße nach. Dieses Gemenge wird mit frischem Ochsenblut zu einer Salbe gemacht und zum Bestreichen angewendet. Eine sehr starke Hitze hält dieser Ueberzug freilich nicht aus, indeß widersteht er doch der Rothglühhitze. — Für einen stärkeren Feuersgrad ist ein Beschlag aus Thon und Hammerschlag, mit frischem Pferdemist von grasfressenden Pferden zu empfehlen.

allen diesen Compositionen durchaus weglassen, obgleich mehrere unerfahrne Laboranten es in ihren vielen überflüssigen Vorschriften als einen Hauptbestandtheil aufgeführt haben. — Wenn man einen verbrennlichen leimartigen Körper zu der feuerfesten Bekleidung nöthig hat, so thun Ochsenblut, Hauslauchsaft oder Eyweiß die besten Dienste, besonders giebt das letztere mit feinem gebrannten, ungelöschten Kalk einen sehr dauerhaften Kitt, der auch beim Glühen dicht und hart bleibt. — Ein Gemenge von 1 Theil feuerfestem ungebrannten Thon, 2 Theile desselben Thones, in der stärksten Hitze gebrannt, und von 1 Theil gebranntem Sand- oder Schleifsteinmehl zerpulvert, durch ein grobes Haarsieb geschlagen, gut untereinander gemengt, dann mit frischem Blut angefeuchtet und so lange gerührt, bis es ein ziemlich fester Brei wird, giebt immer den besten, wohlfeilsten und feuerfestesten Beschlag für eiserne Oefen, Retorten u. s. f., indem dieser Ueberzug die stärkste Hitze aushält. — In einer geringeren Glühhitze bleibt ein Gemisch von 1 Theil gewöhnlichem, guten und fetten Töpferthon, von 3 Theilen rein gesiebter Asche und von 2 Theilen stark gebranntem Ziegelmehl, mit Wasser angerührt, immer ein gutes, hartes Klebwerk, welches das Eisen nicht angreift, nicht kostbar ist, und auch keinen üblen Geruch im Zimmer giebt, wenn es etwa bei den Stubenöfen angewendet wird. Mehrere kostbare, aber wenig nutzbare Vorschriften übergehe ich gänzlich. Alle die hier genannten Ueberzüge müssen aber ½ Zoll oder 1 Zoll stark aufgetragen werden, wenn sie das Verbrennen des Eisens verhindern sollen.

Nicht so bekannt, aber bequemer, ist das Ueberziehen des Eisens mit einer Art von Glasur oder Emaille, wodurch es, wenigstens wenn die Hitze nicht zu stark ist, eben sowohl gegen den Glühspan, als gegen den Rost geschützt wird, welcher letztere die Zerstöhrung des Eisens

sens sehr befördert, und den in den eisernen Gefäßen gekochten Speisen einen unangenehmen Geschmack und eine widrige Farbe mittheilt. Bekanntlich wendet man die Emaille auf andern Metallen, außer auf Gold und Kupfer, eben nicht an, und auf diesen nur der Zierde wegen, weil man keinen eigenthümlichen Nutzen damit verbindet. Auf Eisen will indeß die Glasur, nach der gewöhnlichen Methode aufgetragen, wegen des Abspringens des Glühspans nicht haften, und außerdem sind die ausländischen Emaillen auch zu theuer, sobald nur von ökonomischen Vortheilen die Rede ist. — Ich habe daher mehrere Versuche angestellt, eine weniger kostbare Emaille auf Eisen auszumitteln, wovon ich das Vorzüglichste ausheben und mittheilen will. Die Haupteigenschaft einer solchen Glasur oder Emaille muß die seyn, daß sie in der Glühhitze schnell in Fluß kommt, und schon fließt, ehe das Eisen Glühspan anzusetzen anfängt. Weil nun Gips und Flußspath bekanntlich diese Eigenschaft besitzen, indem sie zusammen leicht zu einem dichten Glase fließen, so machte ich mit ihnen, da sie überall leicht zu bekommen sind, den Anfang.

1) Ich zerpulverte französischen körnigen **Gips**, vermengte ihn mit eben so viel gesiebtem **Flußspath** von Yxiö im Kirchspiel Nya Kopparberg, und brannte oder kalcinirte beide zusammen in einem Tiegel in einer braunrothen Glühhitze, wobei ich das Gemenge fleißig umrührte. Das erhaltene Pulver machte ich mit Wasser zu einem dünnen Brei, strich diesen mit einem Pinsel auf eine kleine Schale von dünnem Eisenblech, und setzte das Gefäß auf frisches Kohlenfeuer, jedoch mit der Vorsicht, daß weder Kohle noch Asche hineinfallen konnte. Die Hitze ward vermittelst eines schwachen Gebläses bis zum lichten Rothglühen, wobei das Schlagloth für den Messing zu schmelzen anfängt, verstärkt. Nach Verlauf von einer Minute war die Mischung mit einer glänzenden Oberfläche geschmolzen;

ich

ich nahm das Gefäß daher sogleich vom Feuer und ließ es an der Luft erkalten. Es war überall mit Glasur überzogen; wo diese dicker aufgestrichen war, erschien sie mit grauer, und wo sie dünner aufgestrichen war, mit gelblicher Farbe. — Schwarze Eisenblechwaare, auf diese Art glasirt, konnte mehrere Stunden lang in einer braunrothen Glühhitze erhalten werden, ohne daß sie schadhaft wurde, oder daß das Eisen einen Abbrand erlitt; in einer stärkeren Hitze setzte sich aber Glühspan an, dessen Bildung durch die Säure im Gips sowohl als im Flußspath nicht wenig befördert wird, und sprang mit der Glasur ab. — In den so glasirten Gefäßen ließen sich alle Säuren, Pflanzensäuren sowohl als Mineralsäuren, kochen und aufbewahren, ohne daß die Glasur angegriffen ward. Sie war daher so haltbar als man es nur verlangen konnte, allein sie hatte die große Unbequemlichkeit, daß sie eine sehr starke, gleichförmige und schnelle Hitze und genaue Sorgfalt in Beobachtung des Schmelzgrades erforderte, wenn sie gelingen und in gleichförmigen Fluß kommen sollte. In der gewöhnlichen Probirofenhitze konnte ich sie kaum zum Fluß bringen, und das Eisen setzte früher Glühspan an, als die Glasur geschmolzen war, weshalb sie blasig und ungleich ausfiel. Um diesem Uebel abzuhelfen und einen schnellern Fluß zu bewerkstelligen, versuchte ich mehrere Zusätze, von denen ich einige anführen will.

2) Zu 8 Theilen des eben angeführten, aus gleichen Theilen Gips und Flußspath bestehenden Gemenges, ward 1 Theil **Bleiglätte** gesetzt. Die Mischung floß in einer Zeit von 8 Minuten vor dem Gebläse zu einem hellgelben flüssigen und dichten Glase. Ich rieb dies Glas fein und überstrich das Eisenblech mit dem erhaltenen Pulver, welches leichter und zwar schon in einer starken Probirofenhitze schmolz, und eine starke, harte und feste Glasur gab; es mußte aber ziemlich stark aufgetragen, und der Augenblick des Schmelzens recht genau

genau wahrgenommen werden, weil sonst die Glasur blasigt und undicht ausfiel.

3) Von dem Gemenge No. 1 wurden 12 Theile genommen, diese mit 1 Theil Borax versetzt und vor dem Gebläse in einem Tiegel geschmolzen. Das Gemenge floß in zwei Minuten wie Wasser zu einem weißen, halb durchscheinenden Glase, welches auch auf dünnem Eisen viel schneller in Fluß kam, als No. 2, aber freilich auch dafür keine so starke Glühhitze aushalten konnte. Durch einen Zusatz von Braunstein und auch von Kobald ward die Glasur schwarz. Schöne Farben wollen sich auf Eisen gar nicht hervorbringen lassen. Auch durch mehrere andere Zusätze, z. B. von Potasche, Kochsalz, wird diese Glasur, wie es scheint, nicht ververbessert.

4) Ein gehörig zusammengeriebenes Gemenge von 4 Theilen Gips, 2 Theilen Kieselmehl, 6 Theilen Kalkstein und 6 Theilen Bleiglätte, schmolz in einer Zeit von einer viertel Stunde vor einem starken Gebläse zu einem gelben Glase. Fein gerieben und auf Eisenblech gestrichen, erforderte dies Glas zum Schmelzen vor dem Gebläse ungefehr dieselbe Hitze, welche zum Schmelzen des Kupfers nöthig ist; allein dagegen gewahrte es auch den Vortheil, daß es nicht blasigt ward, und daß es das Eisen nachher gegen die Angriffe des Feuers sehr beschützte. Soll diese Glasur auf kleine Kochgeschirre aufgetragen werden, so mißräth sie sehr oft.

5) Der Glühspan den das Eisen in der Glühhitze ansetzt, wird immer stärker, bis er sich endlich, bei fortgesetztem Glühen, vom Eisen abtrennt, und abfällt. Um dieser Unvollkommenheit zu begegnen, muß man das Eisen mit einer Glasur überziehen, die viel früher in Fluß kommt, als das Eisen überall Glühspan ansetzen kann. Ich schmolz in dieser Absicht ein Gemenge von 6 Theilen zerpulvertem Krystallglas, 2 Theilen gereinigter Potasche, 2 Theilen Salpeter, 1 Theil Borax und

und 9 Theilen Mennige in einem großen Tiegel. — Das Gemenge schäumte zuerst unter schwachem Glühen stark auf, indeß war der Tiegel mit einem gut passenden Dekkel versehen, um das Einfallen des Kohlenstaubes zu verhüten. Nachdem ich es fünf Minuten lang vor dem Gebläse gehalten hatte, war es zu einem klaren, leichtflüssigen Glase geflossen, welches ich auf einer reinen Eisenplatte ausgoß, im Wasser ablöschte, zerpulverte und mit Wasser in einem Glasmörser ganz fein zu einem dicken Brei rieb. Mit diesem Brei ward ein eisernes Gefäß ganz gleichförmig übergossen, welches nach und nach auf einem erwärmten Eisenblech gelinde getrocknet, dann erhitzt und endlich schnell in einen gut geheizten Probirofen gebracht ward. Die Glasur floß in einer einzigen Minute, sie war ohne alle Blasen und überall gleich stark und glänzend; wegen ihrer Durchsichtigkeit schien sie aber ganz schwarz zu seyn, weil das Eisen vorher mit schwarzem Glühspan bedeckt war.

6) Um dieser Glasur eine gefälligere Farbe zu geben, setzte ich zu dem eben erwähnten Gemenge nur $\frac{1}{8}$ Loth karmoisinfarbenen Kobaldkalk, den ich durch Sättigung einer Kobaldauflösung in Salpetersäure mit Kochsalz und durch Abdampfung derselben bis zur Trockniß erhalten hatte. Ich bekam auf diese Art ein hellblaues klares Glas, welches nach dem Feinreiben mit Wasser, ziemlich dick auf ein eisernes Gefäß aufgetragen und dann im Probirofen sehr schnell geschmolzen ward, wodurch eine sehr gleichförmige, glänzende und schön gefärbte Emaille entstand, die vollkommen deckte und weder Blasen noch bloße Stellen zeigte. Diese Glasur ertrug auch eine schnelle Abwechselung von Hitze und Kälte, ohne abzuspringen oder schadhaft zu werden; ich setzte sie sogar eine gute Stunde lang einer gelinden, braunrothen Glühhitze aus, und das Eisen blieb doch unverändert, ohne Glühspan anzusetzen. Wasser, fette alkalische und auch säuerliche Flüssigkeiten ließen

sich

sich ohne Veränderung der Glasur in diesem Gefäß eben so gut wie in irdenen Geschirren kochen, aber von starkem Weinessig und noch mehr von Mineralsäuren verlor die Glasur ihren Glanz und fing an sich abzulösen, indem sie diesen Säuren eben so wenig als die gewöhnliche Töpferglasur widerstehen konnte.

7) Weil die Glasur No. 5 in manchen Fällen doch nützlich seyn kann, so versuchte ich, sie durch einen Zusatz von der Hälfte des sogenannten Hartbleies der Töpfer, welches aus 4 Theilen Blei und 1 Theil Zinn besteht, noch wohlfeiler zu machen. Das Hartblei ward zuerst kalcinirt und die Asche dann mit jenem Gemenge No. 5 und mit Kochsalz zu einem weißen, dichten Glase geschmolzen. Durch die gewöhnliche Behandlung, nämlich durch das Feinreiben und Uebergießen des eisernen Gefäßes, erhielt ich im Probirofen eine ganz gleichförmige graue Glasur, die etwas härter als No. 6 und daher noch besser war. Mit dem bloßen Hartblei wollte die Glasur aber nicht glücken, weil sie sich in der Hitze zusammenzog und stellenweise vom Eisen ablösete.

8) Nach Maaßgabe der vorigen Versuche probirte ich ein neues Gemenge von 12 Theilen Krystallglas, 18 Mennige, 4 Pottasche, 4 Salpeter, 2 Borax, 3 mit Salz kalcinirter und ausgesüßter Zinnasche und von $\frac{1}{8}$ Kobaldkalk. Nachdem sich das Aufschäumen gelegt hatte, schmolz jenes Gemenge zu einem leichtflüssigen, hellblauen Glase, welches ausgegossen, im Wasser abgelöscht, zu einem feinen Brei gerieben und dann auf das eiserne Gefäß, durch Uebergießen mit diesem Brei, oder mit einem Pinsel aufgetragen ward. Das eiserne Gefäß ward in einer starken Probirofenhitze schon in einer Zeit von einer Minute mit einer gleichförmigen schönen, glänzenden und perlfarbenen Glasur überzogen, die sehr gut deckte, wo sie etwas stark aufgetragen war, aber an den dünnen Stellen die schwarze Farbe des Bleches durchscheinen ließ. Auch war sie sehr geneigt,

neigt, blasigt zu werden, wenn der Ueberguß schlecht oder zu dick ausgefallen war. Nach dem Eintrocknen des Emaillepulvers konnte man es mit allerlei Farben bemahlen, z. B. mit Kobald blau, mit Neapelgelb gelb, mit mineralischem Purpur roth, mit Kupferasche grün u. s. f. Alle diese Farben vereinigten sich beim Brennen zu Emaille, und blieben fast eben so gut, als wenn sie auf Porcelan eingebrannt wurden. Der Crocus martis gab aber immer nur eine schwarze Farbe *).

Mehrere andere Compositionen, bei denen ich theils die Bestandtheile, theils die Verhältnisse derselben unter einander abänderte, gaben zwar auch Emaillen, sie fielen aber alle schlechter und nicht so gleichför-mig

*) Diese mit sehr großer Sorgfalt und Ausdauer angestellten Versuche und gemachten Erfahrungen des Hrn. R. sind in neuern Zeiten an mehreren Orten, z. B. zu Birmingham in England und zu Mückenberg in Sachsen, zum Emailliren gegossener Gefäße benutzt worden. Die englische Emaille soll, nach den zugekommenen Nachrichten, aus 6 Theilen Kiesel- oder Feuerstein-Pulver, 2 Feldspathpulver, 9 Glätte, 6 Borax, 1 Theil Thonerde (aus Alaun niedergeschlagen) 1 Theil Salpeter, 6 Zinnasche und 1 Theil ganz reiner Potasche bestehen. Diese Substanzen werden sämmtlich zu einem ganz feinen Pulver gerieben dann gut durcheinander gemischt, im Schmelztiegel geschmolzen, im Wasser abgelöscht (um die mechanische Zertheilung zu erleichtern) im Mörser zerstoßen und endlich höchst fein gerieben, nachdem die fein zerstoßene Masse vorher durch ein Sieb geschlagen worden ist. Dieses Pulver wird mit Gummi oder mit einer andern klebrigen Substanz zu einer Farbe angerieben, welche mit einem Pinsel auf die zu emaillirenden, vorher recht rein gescheuerten und ein wenig erwärmten Gefäße aufgetragen wird. Der Ueberzug muß eine gewisse Dicke haben, und deshalb überzieht man die Gefäße gewöhnlich 2 bis 3 mal, weil es nachtheilig seyn würde, die Emaille mit einem mal bis zur gehörigen Stärke aufzutragen, indeß muß der erste Ueberzug jedesmal ganz trocknen, ehe der zweite aufgetragen wird u. s. f. Die mit dem Ueberzug versehenen, völlig trocknen Gefäße werden nun unter die Muffel, oder in einen Ofen gebracht, worin das Feuer nach und nach verstärkt werden kann, bis sich der Ueberzug im völligen Fluß befindet. In demselben Augenblick muß die Hitze vermindert werden und der Ofen allmählig, aber sehr langsam, erkalten. Diese Operation dauert wegen des langsamen Anfeuerns und langsamen Erkaltens 12 bis 16 Stunden. Wird die Hitze beeilt, so fällt die Emaille schlecht und uneben aus und erhält Risse und Sprünge.

mig wie die eben angeführten aus, weshalb ich sie hier übergehe. Eine allgemeine Regel beim Emailliren, wenn die Glasur gut ausfallen soll, ist die, daß das Ueberziehen mit dem Emaillepulver ganz gleichförmig geschehen muß, welches man erst durch viele Uebung erlernt, daß das Pulver in der Wärme gut antrocknen und nach und nach (am besten über einem starken Eisenblech mit unter demselben angebrachten Kohlenfeuer) erhitzt werden muß, ehe es der starken Glühhitze ausgesetzt wird, daß man das Gefäß umdrehen muß, damit es überall ganz gleichförmig erwärmt wird, und daß man es in dem Augenblick aus dem Ofen nimmt, sobald die Emaille auf der Oberfläche zu glänzen anfängt. Steht das Gefäß zu lange in der Hitze, so brennt sich die Glasur zwar stärker ein und wird härter, allein sie verliert den Glanz und das schöne Ansehen. Auch muß das Eisen nicht dicker seyn, als gewöhnliches Blech, weil das stärkere Eisen längere Zeit erfordert, ehe es gehörig durchgeheizt wird, und alsdann einen zu starken Glühspan ansetzt, welcher der Glasur nachtheilig ist. — Ich habe ferner die eingesenkten oder eingesetzten Gravirungen im Eisen mit Emaille von verschiedenen Farben zu überziehen versucht, um sie auf diese Art zu verzieren; die Versuche hatten auch einen günstigen Erfolg, allein wenn die Farben gut ausfallen sollen, so muß zu solcher Arbeit kein stärkeres, als gewöhnliches Blech genommen werden. — Die Mischungen zu den Emaillen No. 1, 2, 3, 4, widerstehen den Wirkungen der Säuren viel besser, und sind daher in dieser Rücksicht den letzteren Emaillepulvern weit vorzuziehen, allein sie geben keine schöne und glänzende Glasur, auch mißglücken sie oft durch Blasen und ungleiche Stellen, weshalb die letzteren weit mehr zu empfehlen sind, obgleich sie von starken Säuren angegriffen werden. Sollten diese Emaillen beim erstenmal nicht dick genug ausfallen, so kann das Gefäß zum zweitenmal mit demselben

den Emaillepulver überzogen und von Neuem gebrannt werden.

Auf kupfernen Gefäßen kann man die Glasuren No. 1, 2 und 3, welche aus Gips und Flußspath bestehen, anwenden, ohne daß die Glasur blasigt wird.

9) Obgleich das Emailliren kupferner Gefäße nicht hierher gehört, so will ich doch folgender Emaille für Kupfer erwähnen.

Sie besteht aus 5 Theilen Gips, 5 Flußspath, 2 Mennige, $\frac{1}{2}$ Borax, 2 Krystallglas, $\frac{1}{2}$ Zinnasche und $\frac{1}{16}$ Kobaldkalk. Alle diese Substanzen werden ganz fein gestoßen und gesiebt und durch Umrühren in einem großen gläsernen Mörser zusammen gerieben. Durch das Schmelzen erhielt ich ein perlfarbenes dichtes Glas, welches, auf die kupfernen Gefäße aufgetragen, eine ganz gleichförmige starke Glasur gab, die von den Säuren nicht angegriffen ward, und auch ziemliche Stöße, ja selbst das Biegen des Bleches aushielt, ohne abzuspringen, oder sich abzulösen. Daß das emaillirte Metall spröder, als das nicht emaillirte ausfällt, läßt sich auf keine Art, man mag es anfangen wie man will, vermeiden. — Soll die Glasur die Stelle der Verzierung bei den Kochgeschirren vertreten, so haben die eisernen Kasserollen u. s. f. den Vortheil vor den kupfernen, daß sie stärkere Stöße aushalten können und nicht so leicht wie die letzteren durch ungeschickte Behandlung Beulen erhalten, wodurch die Glasur schadhaft wird; dagegen lassen sich die kupfernen Gefäße aber mit stärkeren und schöneren Emaillen überziehen, als die eisernen, besonders wenn man dazu die bekannten feineren Emaillen anwendet, welche sich indeß, ihrer Kostbarkeit wegen, nur zu feinen Thee- und Kaffee-Servicen, wie sie in älteren Zeiten gebräuchlich waren, eignen.

Um zu sehen, wie das Eisen durch den glasartigen Ueberzug gegen das Verbrennen geschützt wird, stellte ich mehrere Versuche mit einigen kleinen Eisenstäbchen

von gleicher Größe an, die ich theils ohne Ueberzug ließ; theils aber mit einer Emaille überzog, und sie in einem Probirofen einer starken, siebenstündigen Weißglühhitze aussetzte, wobei sich Folgendes ergab:

a. Der nicht überzogene Zain hatte einen starken Glühspan angesetzt, der leicht abfiel. Das darunter befindliche Eisen war ganz schwarz und hatte $20\frac{1}{3}$ Procent am Gewicht verloren.

b. Ein Zain von derselben Art, mit dem Emaillepulver No. 8 überzogen, und dann noch mit dünnem Thon überstrichen, hatte auch Glühspan angesetzt, der leicht abfiel; allein das darunter befindliche Eisen war ganz blank, und hatte kaum einen Abbrand von $8\frac{1}{3}$ Procent erlitten.

c. Ein dritter Zain, der einen eben solchen Emaille- und Thon-Ueberzug erhalten hatte, ward eben so lange, aber noch stärker, erhitzt. Er ließ den angesetzten Glühspan auch leicht fahren, und zeigte eine reine, blanke Eisenfarbe unter demselben. Am Gewicht hatte er 11 Procent verloren.

Es geht hieraus hervor, daß die Emaillen das Verbrennen des Eisens in sehr starker Hitze zwar nicht vollkommen verhindern können, daß der Abbrand aber doch wenigstens um die Hälfte geringer wird, und daß das Eisen in einer gelinden braunrothen Glühhitze fast gänzlich gegen das Verbrennen geschützt bleibt. Gegen das Rosten an der Luft und im Wasser schützt die Emaille aber ganz vollkommen, und daher ist sie in dieser Rücksicht ein vortreffliches Mittel; sie besitzt indeß dieselbe Unvollkommenheit, mit welcher auch die Verzinnung zu kämpfen hat; Luft und Wasser dringen nämlich, wie ich häufig erfahren habe, in die kleinsten offenen Ritzen oder bloß gebliebenen Stellen ein und geben zum Rosten Anlaß. Den vorzüglichsten Nutzen gewähren die Emaillen für die Koch- und Küchengeräthe, oder überhaupt für alle Gefäße, deren man sich statt

der

der irdenen Töpfergeschirre bedienen will. Eiserne emaillirte Kasserollen, Schalen, Schmorpfannen, u. s. f. sind weit bequemer, zierlicher und haltbarer, besonders weil sie eine schleunige Abwechselung von Hitze und Kälte aushalten können; sie müssen indeß gegen ungeschickte Behandlung beim Reinigen und gegen starke Säuren in Acht genommen werden, weil die schönste Emaille No. 8 in dieser Hinsicht nichts mehr als die gewöhnliche Töpferglasur auszuhalten vermag.

Bekanntlich soll die Porcelanmasse zu dem feineren Porcelan (welche aus 8 Theilen weißem Quarz, 15 Theilen Porcelanerde und 9 Theilen kalcinirtem Gips besteht) dadurch, daß man sie mit Regenwasser zu einem Teige knetet, und ein halbes Jahr lang oder noch länger unter der Erde faulen oder mauken läßt, wodurch sie in eine Art von Gährung oder Fäulniß geräth, grau wird und einen schwefelartigen stinkenden Geruch bekommt, sehr verbessert werden; es ist daher auch zu vermuthen, daß das eine oder das andere von den in Vorschlag gebrachten Emaillepulvern, deren Bestandtheile Gips und Flußspath sind, (z. B. die Mischungen No. 1, 2, 3, 4 und 9) ebenfalls auf diese Art verbessert und durch das Mauken brauchbarer gemacht werden können, welches genauer untersucht zu werden verdiente *). — Die schon lange aufgeworfne Frage: Wie man kupferne und eiserne Gefäße, statt sie zu verzinnen, mit einer leichtflüssigen Emaille ohne bedeutende Kosten überziehen könne? ist übrigens durch die eben angeführten Versuche als beantwortet anzusehen, obgleich ich gerne gestehen will, daß eine neue Entdeckung noch immer großer Verbesserungen fähig ist.

§. 61.

*) Es ist wahrscheinlich, daß alle die hier genannten Substanzen durch das Faulen oder Mauken Sauerstoff aufnehmen, weil ohne den Zutritt desselben die Verglasung oder das Schmelzen zu Emaille, Porcelan u. s. f. ungemein erschwert wird.

§. 61. Wodurch das Verbrennen des Eisens befördert wird.

Wir haben bisher gesehen, auf welche Art das Eisen gegen die Zerstöhrung bewahrt werden kann; es wird aber auch nöthig seyn, diejenigen Substanzen kennen zu lernen, welche das Verbrennen des Eisens in der Hitze befördern, wenn es mit denselben bedeckt oder gemengt ist: Dahin gehören alle Erd- und Steinarten, die einen merklichen Gehalt an Vitriolsäure besitzen, welche das Eisen sehr stark angreift. Hiernächst ist fast allen rohen Erd- und Steinarten diese Eigenschaft in einem größeren oder geringeren Grade eigen, weil sie in ihrem natürlichen Zustande ohne Zweifel eine Art von Säure enthalten, die zufällig zur Auflösung des Eisens viel beiträgt. In einigen Steinarten, z. B. im Flußspath, hat man schon eine Säure aufgefunden, und im Quarz wird sie ebenfalls wohl oft vorkommen. Im Schwerspath, im rohen Gips, in einigen Kalksteinen und in allen Thonarten, so wie auch in den dahin gehörigen Steinarten, ist erweislich theils Schwefel- oder Vitriolsäure, theils eine andere Säure, entweder in inniger Verbindung oder zufällig eingemengt enthalten. Es ist daher nicht zu verwundern, daß das Eisen in der Glüh- und Schmelzhitze, fast von allen diesen rohen und ungebrannten Erden und Steinen, in einem größeren oder geringeren Grade leicht verglaset oder verschlackt wird. — Hierin liegt auch ohne Zweifel der eigentliche Grund, warum alle Eisenerze, so wie sie aus der Grube kommen, nothwendig erst stark geröstet, geglühet oder gebrannt werden müssen, ehe sie im Hohenofen mit gutem Erfolg geschmolzen werden können, wenn sie gleich keine flüchtige und schädliche mineralische Säure, Schwefelsäure, Arseniksäure u. s. f., der man den schlechten Erfolg beim Schmelzen, oder die Unart des Eisens zuschreiben könnte, und welche man deshalb

durch das Rösten verjagen müßte, deutlich auffinden läßt. Das, was die Arbeiter das Rohe des Erzes, nennen, scheint mir eine solche feine Mineral- oder Steinsäure zu seyn, welche man durch starkes Brennen (und zwar nothwendig im offenen Feuer) verjagen muß, weil sie sonst das Eisen beim Verschmelzen im Hohenofen verglasen, und eine schwarze, schaumige, blasige Schlacke geben würde, welche vor der Form aufkocht, so daß dieselbe zuletzt zuwächst, und die sich an den Wänden und Hohenofengeräthen ansetzt, das Eisenausbringen vermindert, das Eisen verdirbt, einen übersetzten Gang hervorbringt und zuletzt den ganzen Betrieb stöhren würde, wenn nicht bald Maaßregeln dagegen ergriffen werden. Das einzige Mittel gegen dieses Uebel besteht darin, daß die mit den Bergarten gemengten Erze vorher gut geröstet werden müssen, um die Steinsäure auszutreiben; denn alsdann geben die Steinarten ein ungefärbtes Glas, und greifen das Eisen nicht an, wenn sie vorher auch noch so sehr dazu geneigt waren, welches ich durch folgende Versuche beweisen kann *).

1) Im ungebrannten Gips

wurden verschiedene Eisen- und Stahlarten, in verklebten thönernen Gefäßen, einer neuntägigen sehr starken Glühhitze, nämlich der Stahlofenhitze ausgesetzt, wobei sie sämmtlich einen beträchtlichen Gewichtsverlust von 10 bis 20 Procent erlitten. Bei dieser Gelegenheit muß ich indeß bemerken, wie sich der Gips gegen die

*) Offenbar werden hier zwei ganz verschiedenartige Gegenstände mit einander verwechselt: die Beförderung der Oxydation des Eisens durch das Glühen mit rohen, ungerösteten Erdarten, und der schlechte Erfolg des Hohenofenbetriebes bei der Anwendung frischer, ungerösteter, oder nicht gehörig abgelegener Eisenerze. Im ersten Fall wird das Eisen durch den Säure- oder Wassergehalt der Erdarten angegriffen, im letzten Fall fehlt es den Erzen aber an Sauerstoff, der zur Bewirkung eines guten Schmelzganges durchaus erfordert wird und den sie durch das Rösten erst aufnehmen.

die verschiedenen Eisenarten nach ihrer verschiedenartigen Beschaffenheit verhielt:

a. Vom **Roheisen** waren eingesetzt: Dunkelgraues, mit feinkörnigem Bruch von der Stückgießerei zu Hällefors; hellgraues von Åcker; weißes, im Flammofen umgeschmolzenes, und grobkörniges, schwarzgraues von Westerbergslagen. Alle diese Roheisenarten waren gleichsam aufgeschwollen (vorzüglich das graue Eisen von Hällefors) und mit einer weichen schwarzen Eisenhaut umgeben, welche sich, ohne zu zerbrechen, wie ein Futteral von einem Buch von dem Eisen abziehen ließ. Unter dieser Haut befand sich eine zweite, die aber nur dünn, lichtgrau, kalkfarbig und gleichsam mehlig war; sie hatte das Ansehen eines durchbrochenen Netzes, war auch biegsam und ließ sich vom Eisen abtrennen. Unter dieser Haut schien nun das Eisen selbst zu seyn; allein es ergab sich beim Glühen, daß das Eisen zum Theil aus Lamellen, Häuten oder Schalen bestand, die sich durch schwaches Schmieden von dem innern Kern abtrennten. Dieser Kern ließ sich bei dem Eisen von Hällefors durchaus nicht schmieden, ohne zu brechen, und nach dem Härten im Wasser zeigte er sich als wirklicher Stahl, der aber keine Härte besaß. — Eine andere Art weißes, oder etwas halbirtes, grau gesprenkeltes Roheisen von Oefwerrumshütte machte darin eine Ausnahme, daß es gar keine Eisenhaut von einiger Bedeutung ansetzte. Es ließ sich rothglühend auch zu einem dünnen viereckigen Zain ausrecken, der beim Abkühlen im Wasser eine gute Härte annahm und beim Durchschlagen alle Kennzeichen eines feinen, dichten Stahls hatte. Das grobkörnige, graue und sehr gaare Roheisen, welches sich nicht so in Stahl umwandelte, ließ sich aber durchaus nicht schmieden.

b. Das **kaltbrüchige Eisen** bekam ebenfalls eine solche Scheide von einer weichen und biegsamen Eisenhaut,

haut, die sich sehr leicht von dem Eisenkern abtrennte. Diese Rinde ließ sich kalt hämmern, ohne zu brechen, und verrieth viel Zähigkeit. Das Innere oder der Kern des Eisens war nach dem Glühen und Härten ein grober, spröder Stahl geworden.

c. Ein Stück **weiches Eisen** verhielt sich eben so, indem es eine biegsame Eisenhaut erhielt und inwendig in Stahl verwandelt ward.

d. Ein Stück **englischer Stahl** erhielt ebenfalls eine solche Scheide oder Eisenhaut, allein der Kern blieb eben so hart als vorher, und war fast ganz unverändert.

e. Stücken von Eisenblech in Gips gelegt, wurden in einer nicht so starken Glühhitze, in wenigen Stunden durchaus zu einer schwarzen Schlacke. — Bei einer andern Gelegenheit brachte ich verschiedene Stahl- und Eisenarten mit rohem Gips in einen neuen hessischen Tiegel, den ich verklebte und im Windofen einer so starken Hitze aussetzte, daß Roheisen darin schmelzen konnte. Beim Herausnehmen fand ich Gips und Eisen zu einer schwarzen fressenden Schlacke geschmolzen, die den Tiegel durchbohrt hatte und ganz ausgelaufen war. So heftig wirkt der Gips in der Schmelzhitze, worüber ich auch noch weiter unten (§. 78, 5, 6) etwas anführen werde.

2) Im rohen Kalkstein

und auch im frischgebrannten ungelöschten **Kalk**, setzten alle Eisenarten ebenfalls eine Schlackenhaut an, oder wurden mit einer weichen, netzförmigen Haut bedeckt. — Eben so verhielt sich auch ausgesüßte Alaunerde, eine rothe Farbenerde, und eine gelbe Erde, die sich in den Alaunsiedereien beim Abkühlen der Lauge im Kühlfasse absetzt und **Kühlschlamm** genannt wird. Sie alle verursachten in einer langsamen Kalcinationshitze einen größeren oder geringeren Eisenverlust, welches

ches sich von diesen salzartigen Erdarten auch wohl erwarten ließ.

3) Unter den Salzarten

welche ich versucht habe, trugen besonders alle **Vitriolarten, Alaun, Glaubersalz, Glasgalle, vitriolisirter Weinstein, Mauersalpeter, Salpeter** und Nitrum fixum ammoniacale, sehr zur Zerstöhrung des Eisens bei. Auch durch ein Gemenge von Kochsalz und Kalk ward das hineingelegte Eisen in einer kurzen Zeit beim Glühen zur schwarzen Schlacke umgeändert. Diese Wirkung scheint auffallend zu seyn, weil der Kalk sowohl als das Kochsalz für sich allein keine so angreifende Wirkung auf das Eisen äußern; sie erklärt sich aber bald dadurch, daß der Kalk die Zersetzung des Salzes befördert, und der Säure und dem Alkali Gelegenheit giebt, auf das Eisen zu wirken.

Mehr hierher Gehöriges wird weiter unten (§§. 65, 73, 78, 252, 265, 270) bei der Abhandlung über das Verhalten des Eisens gegen andere Körper vorkommen; auch werden wir dort noch Gelegenheit haben zu sehen, wie viel die schwefelartigen Mineralien zur Zerstöhrung und Auflösung des Eisens beitragen. Hier muß ich noch bemerken, daß die Salze das Eisen stärker oder schwächer angreifen, je nachdem die Luft mehr oder weniger freien Zutritt hat. Daher kann es wohl kommen, daß das Eisen sehr wenig angegriffen wird, wenn man es in ein über Feuer geschmolzenes Salz eintaucht, obgleich dasselbe Salz sehr stark auf das Eisen wirkt, wenn man es nur oberflächlich damit bestreicht und es im freien Feuer unter dem Zutritt der Luft, in einem stärkeren oder schwächeren Hitzgrade glühen läßt. Beim Probiren der Eisenerze zur Aufsuchung ihres Gehaltes findet man, wenigstens in den älteren Probirbüchern, die Vorschrift, daß man zum Fluß auch halb so viel Glasgalle als Erz, dem Gewicht nach, nehmen soll.

Dies

Dies mag zuweilen recht gut seyn, wenn man reine alkalische Glasgalle bekommen kann, weil aber auch die ganz weiße Glasgalle sehr häufig eine beträchtliche Quantität vitriolisirten Weinstein enthält, weshalb sie dann auch mit den stärksten Säuren nicht brauset, so entsteht aus dieser Vitriolsäure mit dem, dem Fluß zugesetzten Kohlenstaub, Schwefel, der mit dem Alkali eine Schwefelleber bildet, welche das Eisen auflöst. Man erhält daher kein Eisenkorn, sondern das zur Decke genommene Kochsalz ist ganz schwarz gefärbt, und alles Eisen zu einer schwarzen glasigen Schlacke geworden, die sogleich den bekannten Schwefelgeruch verbreitet, sobald man sie mit etwas Säure befeuchtet. Wenn man diese Schlacke schnell mit heißem Wasser auslaugt, so wird aus der Auflösung durch Scheidewasser oder durch eine andere Säure zuweilen eine blaue Farbe niedergeschlagen; nach Verlauf von einigen Stunden geschieht aber kein solcher Niederschlag mehr. Man muß daher zu den Eisenproben nie Glasgalle, sondern statt derselben reines Alkali, oder den bekannten weißen Fluß nehmen *).

§. 62. Vom Glühspan oder Sinter.

Ehe ich die Untersuchung über die Wirkung des Feuers auf das Eisen beschließe, muß ich des Rückstandes beim Verbrennen dieses Metalles noch näher erwähnen.

1) Das erste, was sich auf der Oberfläche des Eisens beim Glühen zeigt, ist **Glühspan, Schmiedesinter** oder **Hammerschlag**. Es legt sich in der Gestalt einer dünneren oder dickeren Schlacke auf dem Eisen an, und fällt zuletzt als eine schwarze spröde Erde ab,

*) Auf den oberschlesischen Eisenhüttenwerken werden bei den Eisenproben zu 100 Theilen Erz, 25 Theile zerpulverter Kalk und 25 Theile Flußspath genommen und die Beschickung in einem Kohlentiegel im Windofen, bei Holzkohlen oder auch bei Coaks geschmolzen.

ab, die nichts weiter als Eisenerde ist, indem das Eisen so viel Phlogiston verloren hat, daß es seine Geschmeidigkeit nicht mehr behalten kann.

2) In der Schmelzhitze nimmt der Glühspan eine andere Gestalt an; er kommt nämlich in Fluß und schmelzt zu einem etwas porösen Glase, zu der **Eisenschlacke** oder **Hammerschmidtschlacke**, die man vorzüglich in den Frischfeuern und bei den Stabhämmern findet. Diese Schlacke entsteht aus dem verbrannten Roheisen, aus dem Sande der zufällig dem Roheisen anhängt, und aus der Asche, die vom Verbrennen der Kohlen zurückbleibt *). Man hat davon zwei Arten, nämlich die **Rohschlacke**, welche sich im Heerde anhäuft, ehe das Eisen noch frischt, und die eigentliche **Frischschlacke** oder die **Gaarschlacke**, die das frischende Eisen umgiebt. (§. 110).

3) Der Glühspan, welcher durch das Kalciniren des Eisens unter Zutritt der freien Luft, in einer sehr langsamen und gelinden braunrothen Glühhitze entsteht, hat eine pulverartige Gestalt und ist zuerst schwarz; bei fortgesetzter Hitze wird er braun, dann violett oder grünlich, endlich dunkelroth und zuletzt hellroth. Diese Farben entstehen, wie ich bereits gezeigt habe, in dem Grade, wie das Eisen sein Phlogiston verliert, und den hellrothen Kalk nennt man Crocus martis adstringens (§. 56, 4), welche Benennung von seiner medicinischen Wirkung entlehnt ist. Zu einer solchen Kalcination ist aber der Zutritt der Luft nothwendig. Der zuerst erwähnte schwarze Glühspan kann auch zu einer sol-

*) Sehr merkwürdig ist es, daß sich das verschlackte Eisen äußerst schwer desoxydiren läßt, welches bei den nicht verschlackten, aber auf dem höchsten Grade der Oxydation befindlichen Eisenerzen oder Eisenoxyden viel leichter von Statten geht. Die durch das übertriebene Rösten todt gerösteten, oder verschlackten Eisenerze sowohl, als die gewöhnliche Hammerschlacke oder Frischschlacke geben hiervon den Beweis, und doch befindet sich das Eisen in diesem verschlackten Zustande wahrscheinlich auf einem viel niedrigen Grade der Oxydation als in den mehrsten Eisenerzen.

solchen rothen Farbe gebrannt werden, wenn man ihn zerpulvert und einige Stunden lang im freien Feuer häufig umrührt.

4) Wenn man das Eisen in einem verschlossenen Gefäß einer langsamen, aber starken Glühhitze aussetzt, so daß die Luft nicht unmittelbar hinzutreten und das Phlogiston nicht frei verdampfen kann, und wenn zugleich in der Nähe etwas Brennbares vorhanden ist, so verwandelt sich das Eisen in ein schwarzes, schuppiges Pulver, welches mit dem Wasserblei die größte Aehnlichkeit hat. Ich habe oben (§. 57, 10) ein Beispiel angeführt, wie sich Roheisen in eine solche Substanz verwandeln kann. Bekanntlich entsteht auch beim Hohenofenbetriebe, besonders bei der Verschmelzung von Dürrstein oder Blutsteinerzen, sobald ein leichter Erzsatz geführt wird, oder wenn mehr Kohlen vorhanden sind, als zum Schmelzen und zur Reduction des Eisens erfordert werden (in welchen Fällen das Eisen im höchsten Grade dunkelgrau und grobkörnig im Bruch ausfällt), ein wasserbleiartiges schuppiges Wesen, welches sich beim Ausarbeiten und beim Abstechen auf der Schlacke, und in noch größerer Menge auf der Oberfläche des Eisens anlegt; die Arbeiter nennen es **Gaarschaum, Eisenschaum, Kies** oder richtiger **Eisenglimmer**. Dieser Glimmer ist eine zarte, weiche Substanz, welche die Hände und das Papier gerade so wie das Wasserblei beschmutzt. In der stärksten Hitze ist dieser Glimmer unschmelzbar und bleibt unverändert; vom Magnet wird er nicht merklich gezogen; durch das Schmelzen mit Bleiglas und mit Fluß, wie man ihn zu den Eisenproben gewöhnlich anwendet, giebt er keine Anzeigen von einer geschehenen Schmelzung, noch weniger ein metallisches Korn, sondern bleibt unverändert, wie Wasserblei, auf dem Salz liegen. Durch ein 9 Stunden anhaltendes, starkes Kalciniren auf einem offenen Scherben im Probirofen, verflüchtigte er sich größ-

größtentheils eben so wie das gewöhnliche **Reisblei**, ohne die geringste Spur von einem Sublimat oder von Blumen, wie dies beim **Molybdän** der Fall ist, zu geben. Von 100 Pfunden blieben nur 10 Pfund Pulver zurück, welches eine graubraune Farbe hatte und vom Magnet schwach gezogen ward *).

Wenn man solches gaares, grobkörniges, schwarzgraues Roheisen genauer untersucht, so findet man, daß es im Bruch aus lauter schuppigen, unordentlich durch einander liegenden Theilen besteht. Kocht man es mit Scheidewasser, so löst sich nur ein Theil auf, und der Rückstand besteht aus einem Gewebe von eben so großem körperlichen Inhalt, als das des angewendeten Stückes Eisen gewesen ist, welches durchaus die Eigenschaften des Wasserbleies besitzt **). Ein Beispiel im Großen findet man in den Verhandlungen der Königl. Schwed. Akad. der Wissenschaften für das Jahr 1743 angeführt, woselbst einer eisernen Kugel gedacht wird, welche viele Jahre lang in einer im Meere versenkten metallenen Kanone gesteckt hatte, und gänzlich in Wasserblei verwandelt worden war, indem das Seewasser den metallischen Theil mit der Zeit aufgelöst und das Unauflösliche als eine solche wasserbleiartige Substanz zurückgelassen hatte. — Auf welche Weise sowohl das geschmeidige Eisen, als der Stahl in einen solchen reißbleiartigen Körper verwandelt werden können, werde ich bei mehreren Versuchen zu zeigen Gelegenheit haben. Im Allgemeinen ist dies der Fall, wenn das Eisen mit Phlogiston überladen, oder wenn es im Stahlofen zwischen Kohlenstaub cementirt wird, ohne dicht und fest gepackt

*) Die Erfahrungen neuerer Chemiker haben es bestätiget, daß der Graphit, oder der Gaarschaum der Hüttenleute, aus 0,15 Kohle und 0,05 Eisen besteht.

**) Nach Berzelius sind die Schwefelsäure und die Salzsäure kein so empfindliches Reagens auf Kohle im Eisen, als die Salpetersäure und das Königswasser, indem die ersten Säuren oft einen ganz weißen, ungefärbten Rückstand (Kieselerde) zurücklassen, wenn die Salpetersäure einen braunen, oder schwarzen giebt.

gepackt zu seyn. Die Oberfläche bedeckt sich dann, (besonders beim Stahl) mit einer wasserbleiartigen Schlakkenhaut, die sich zwischen den Fingern weich anfühlen läßt, und welche eben so als feines Wasserblei abfärbt, Durch das Zerpulvern wird die schwarze Farbe dunkler und der Magnet zieht die Substanz stärker an. Scheidewasser löst eben so wenig als Königswasser etwas davon auf, obgleich ein starkes Aufbrausen entsteht. Durch das Rösten auf einem Scherben verlor sie 25 bis 30 Procent am Gewicht, und kam in den Zustand eines dunkelgrünlichen Crocus, der aber vom Magnet durchaus nicht gezogen ward.

Nimmt man alle diese Umstände zusammen: daß der Eisenschaum nicht anders entsteht, als wenn das Phlogiston im Uebermaaß vorhanden und wenn der metallische Theil durch die Wirkungen des Feuers oder der auflösenden Mittel zerstöhrt ist; daß er sich im verschlossenen Gefäß im Feuer auf keine Weise schmelzen oder zerstöhren läßt, und daß er durch eine langsame Kalcination im offenen Feuer, besonders durch einen Zusatz von Vitriolsäure, welche das Brennbare flüchtig macht, fast ganz und gar verflüchtiget werden kann; so scheint es, daß er aus einer geringen Quantität Eisenerde bestehen müsse, die mit einer großen Menge von Brennbarem belastet ist, worin er dem bekannten natürlichen Wasserblei oder Reisblei (welches eine gesättigte Verbindung von Luftsäure mit Phlogiston ist) ganz gleich kommt, worauf auch die übereinstimmenden Eigenschaften beider Substanzen hindeuten. (Vergl. die Abhandl. d. Schwed. Akad. der Wissensch. für das Jahr 1779). Das sogenannte Reisblei oder eigentlich das Molybdän von Märzhütte im Lindeer Bergreviere und von Bispbergsklak (Schwed. Abhandl. für das Jahr 1754 und 1778) welches sich sublimiren läßt, besitzt ganz andere Eigenschaften und besteht aus einer eigenen Erde oder Säure, die wahrscheinlich metallischer Natur ist, wie

Hjelm

Hjelm in der Schwedischen Uebersetzung von der Abhandlung des Hn. Bergmann von Blaserohr S. 17, 40, 67—69 gezeigt hat, und die in der Natur mit Schwefel und Phlogiston verbunden vorkommt. Es ist möglich, daß das Eisen nur ein zufälliger Bestandtheil dieser beiden Reisbleiarten ist. — Der Eisenglimmer, (besonders der, dessen ich zuerst erwähnt habe) stimmt darin mit dem Kohlenstaub vollkommen überein, daß er sich in einem verschlossenen Gefäß von feuerfestem Thon durchaus nicht verändert, aber im freien Feuer leicht zerstöhrt wird; so daß man ihn mit größerem Recht gekohltes Eisen (koladt Järn) als Eisenschlacke nennen muß.

5) Eisenglimmer oder Gaarschaum, welcher sich im Hohenofen bildet und sich gern in den Sprüngen oder Ritzen des Hohenofengestelles ansetzt (vorzüglich wenn die Gestellsteine kalkartiger Natur, und wenn die Ritzen durch die Wirkung der Hitze entstanden sind) kommt zuweilen mit einer weißen und ganz feinen Erde gemengt vor, und ein andermal ist er mit zähen Eisenadern, ohne eine regelmäßige Ordnung, durchflochten. Jene feine Erde wird weder vom Scheidewasser noch von einer anderen starken Säure angegriffen, verändert in der stärksten Hitze weder ihre Farbe noch ihre Eigenschaften und wird nicht im geringsten vom Magnet gezogen. Mit Borax und mit dem mikrokosmischen Urinsalz schmelzt sie vor dem Löthrohr unter Aufschäumen zu einem klaren ungefärbten Glase. Mit dem Gaarschaum ist sie so innig vermengt, daß ich nur vier Probirpfunde mit der größten Mühe aussuchen konnte, und auch diese waren von dem Eisenglimmer nicht ganz frei. Ich probirte sie mit gewöhnlichem Fluß auf Eisen, erhielt aber nur ein ganz kleines Eisenkorn von 3 Loth oder von 2 Procent; die Schlacke war schwarz gefärbt und auf dem Salz lagen sehr viele Glimmertheilchen zerstreut. Es läßt sich daher nicht bestimmen, ob das Eisen-

Eisenkorn von den eingemengten Eisentheilchen, oder von der reducirten Eisenerde entstanden ist. — Die Erde schien übrigens kieselartiger Natur zu seyn, und in so ferne sich dabei nicht vielleicht ein Irrthum eingeschlichen haben könnte, schien sie die reinste Eisenerde im höchsten Grade der Zerstöhrung, worin das Eisen durch natürliches Feuer nur versetzt werden kann, zu seyn *). — Ich selbst habe diese Erde nur ein einziges Mal in einem ausgebrochenen Hohenofengestell auffinden können; aber in den Poren des Roheisens fand ich nicht selten eben solche weiße Blumen, als man durch die Kalcination einiger Reisbleiarten erhält, wenn das Roheisen vorher in Kalk eingelegt und im Stahlofen sehr stark gebrannt worden war. Diese Blumen schienen dieselben Eigenschaften als die oben genannte weiße Erde zu haben, und werden wohl mit der Substanz übereinstimmen, die Grignon (Memoires sur l'art de fabriquer le fer 1774) Eisenamianth (Amiant de fer) nennt, und welche er ebenfalls in einer sogenannten Hohenofensau gefunden hat. Er vermuthet, daß sie die primitive Erde oder das Skelett des Eisens sey.

In der siebenten Abtheilung, welche von den Farben aus dem Eisen handelt, werden wir noch mehrere Veränderungen, welche die Rückstände des Eisens, nach der Zerstöhrung desselben erleiden, zu untersuchen Gelegenheit haben. Es würde zu weit führen, wenn ich hier alle die Abänderungen des verschlackten Eisens, die man bei den Hohenöfen und bei den vulkanischen Ausgeburten findet, und die Gemische des Eisens mit Bergarten, deren Farben vorzüglich vom Eisen herrühren, aufzählen wollte. Bei einer anderen Gelegenheit werden

*) Wahrscheinlich war diese weiße Substanz nichts weiter, als Kieselerde, welche in metallischer Gestalt mit dem Roheisen verbunden war und sich durch die Oxydation des Roheisens selbst wieder oxydirte, oder zu Kieselerde ward, in welchem Zustande sie von dem metallischen Eisen nicht aufgelöst bleiben konnte, sondern sich abscheiden mußte.

werden wir auf eins oder das andere hierher Gehörige wieder zurückkommen, auch werden wir weiter unten (§§. 121, 11. 180, 9. 217, 2, c, d. 228, 8. 231, 2, c.) den wasserbleiartigen Rückstand, den man bei der Auflösung des Roheisens in Salpetersäure erhält, bei der Beschreibung des Verhaltens des Eisens mit Säuren (8. Abtheilung) näher prüfen.

§. 63. Von dem Verhalten des Glühspans und der Eisenschlacken in verschiedenen Hitzgraden und gegen den Magnet.

Unter Glühspan versteht man die Schlackenhaut, mit welcher das Eisen in dem Augenblick als es zu glühen anfängt, bedeckt wird, und die beim Schmieden unter dem Namen Schmiedesinter abfällt. Unter Eisenschlacke wird aber das verbrannte Eisen verstanden, welches in einer starken Hitze geschmolzen und flüssig geworden ist. — Um die Eigenschaften des Eisens selbst kennen zu lernen, müssen wir diese Rückstände durchaus noch näher untersuchen, und uns mit ihren Veränderungen so wie mit ihrem Verhalten bekannt machen.

1) Wenn man Eisen und Stahl im freien Feuer, ohne Gebläse, bloß in glühenden Kohlen oder in einem stark ziehenden Glühofen glühet, so setzt sich der Glühspan ganz locker an, und trennt sich leicht von der Oberfläche des Metalles. Dies ist auch der Fall, wenn das Metall unter der Muffel des Probirofens, wo die Flamme nicht unmittelbar hinkommen kann, geglühet wird. In beiden Fällen erhält der Glühspan in dieser Hitze gewöhnlich eine sammetartige Oberfläche.

2) Wird die Hitze bis zum lichten Rothglühen verstärkt, so fällt der Glühspan dichter aus, und Stahl giebt einen festeren, härteren und rauheren Glühspan als das Eisen. (§. 57, 7).

3) Ver-

3) Verstärkt man die Hitze vermittelst des Gebläses noch mehr, und zwar bis zum Weißglühen oder bis zur Schweißhitze, so fängt die Schlacke an zu fließen und sich an dem Eisen festzusetzen. Vorsichtige Schmiede müssen die flüssige Schlacke abstoßen, ehe sie das bis zum Schweißen erhitzte Eisen auf dem Amboß weiter bearbeiten, weil sie sonst die Schlacke mit hineinschlagen, wodurch die Oberfläche des Eisens Gruben und Schlacken- oder Aschenlöcher erhalten würde. Um diesem Uebel noch besser auszuweichen, müssen sie den Hammer beim Schmieden oft in Wasser tauchen, weil dadurch das Abfallen des Sinters befördert wird. — Geschickte Hammerschmiede lassen die Eisenstangen beim Ausschmieden mit Wasser besprengen, weil sie dadurch ein blaues, gleichförmiges und schönes Ansehen bekommen.

4) Glühet man das Eisen in einem verschlossenen Gefäß, so daß die Luft keinen freien Zutritt hat, oder unter einer Decke von Erde oder Sand, so setzt sich der Glühspan fest am Eisen an, und ist zuweilen so hart, daß er mit dem Stahl Funken giebt. Dies habe ich vorzüglich beim Stahl gefunden, der in einem verschlossenen Gefäß einer 14 Tage lang anhaltenden gleichförmigen lichtrothen Glühhitze ausgesetzt gewesen war; auch habe ich schon (§. 16, 2) ein ähnliches Beispiel von einem Stück Eisen angeführt, welches bei einer Feuersbrunst in eine starke Gluth gerathen und nachher mit Erde bedeckt gewesen seyn muß. Wenn dieser Glühspan mit dem Hammer abgeschlagen wird, so springt er mit Heftigkeit vom Eisen ab, welches dann eine reine, weiße und weiche Oberfläche zeigt. Eben so verhielten sich auch Stücken von Eisen und Stahl, die ich bei einer starken Hitze in einem verschlossenen Tiegel mit Crocus martis cementirte; der Glühspan ward nämlich hart wie Kiesel, aber das Eisen blieb ganz weich. Wie sich das Eisen bei einer noch länger anhaltenden Hitze, wenn ein Uebermaaß von Phlogiston hinzutreten kann,

ver-

verhält, ist schon im vorigen Paragraph No. 4 bemerkt worden.

5) So lange der Glühspan No. 1 noch eine schwarze Farbe besitzt, erhält er auch noch eine gute Quantität Phlogiston, und wird fast eben so stark als reines Eisen vom Magnet gezogen.

6) Daß die Wirkung des Magnets von dem noch rückständig gebliebenen Phlogiston abhängt, geht daraus hervor, daß eben dieser Glühspan oder Schmiedesinter um 4½ Procent schwerer ward, eine grünlich rothe Farbe erhielt und nicht mehr vom Magnet gezogen ward, als ich ihn 9 Stunden lang auf einem offenen Scherben im Probirofen kalcinirte.

7) Als ich den oben genannten grünlichen Crocus in einem gut verklebten hessischen Tiegel einer zweistündigen starken Hitze in einem Windofen aussetzte, war er wieder ganz schwarz geworden und ward nun wieder eben so stark als vorher in Gestalt des Schmiedesinters, vom Magnet gezogen.

8) Eben dieser schwarze Crocus schmolz endlich zu einer schwarzen, schaumigen Schlacke, als ich ihn 4 Stunden lang in einer noch stärkeren Hitze erhielt, und hatte nun abermals die Eigenschaft, vom Magnet gezogen zu werden, wenigstens zum größten Theile verloren, indem nur einige wenige Körner dem Magnet folgten. — Man sieht hieraus, daß der Crocus, bei verhindertem Zutritt der Luft, das Phlogiston in dem Kohlenfeuer auch durch den bedeckten und verschlossenen Tiegel, anziehen konnte, und daß er im Begriff war, sich zu reduciren, (§. 66, 5); daß aber das Phlogiston zur vollständigen Reduction nicht zureichte, und daß es auch in dem dazu erforderlichen hohen Schmelzgrade nicht feuerbeständig genug war, weshalb die Eisenerde sich verglasen, oder zu einer glasigen Schlacke fließen muß-

mußte *). Es giebt auch eisenhaltige Erze, die gar keine Anziehung zum Magnet äußern; wenn man aber ein kleines Körnchen davon vor dem Löthrohr zur Schlakkenperle schmelzt, so werden sie ganz und gar, und zwar mit Heftigkeit angezogen (§§. 36, 4. 39, 3). Es geht hieraus auch hervor, daß d'Arcet, wenn er das kalcinirte Eisen, oder den Crocus martis für äußerst schwerflüssig oder gar für ganz unschmelzbar hält (in dessen Memoire sur l'action d'un feu violent S. 101), in seinem Porcelanofen, der ihm zu den Versuchen diente, eine geringere Hitze gehabt haben muß, als man in einem gewöhnlichen Windofen hervorbringen kann.

9) Die schwarze, dichte und schwere Frischschlacke, die man aus dem Frischheerde unter dem Namen von Gaarschlacke erhält (§§. 91, 110) und welche durch Zerpulvern und Feinreiben grau wird, gab in der kleinen Probe 32 Procent Eisen und ward doch nur schwach vom Magnet gezogen. Durch das Kalciniren ward sie noch schwärzer, um 5 Procent schwerer und blieb dem Magnet noch einigermaßen folgsam. In einem Tiegel schmolz sie vor dem Gebläse in einer Zeit von 10 Minuten, zu einer schwarzen leichten, glasigen und schaumigen Schlacke. Ein zugleich mit eingesetztes Stück graues Roheisen verlor sehr wenig am Gewicht, ward aber spröde und bekam einen weißen Bruch.

10) Mit der Hälfte Schwefelleber versetzt, schmolz eben diese Schlacke zu einer leichtflüssigen braunen Masse, die an der Luft zu einem schwarzen Pulver zerfiel, welches eben so stark als reines Eisen vom Magnet gezogen ward. Durch das Auskochen mit Wasser erhielt ich eine grünliche Lauge, aus welcher die Säuren im frischbereiteten Zustande, Schwefel und etwas Eisen nie-

*) Die Erscheinungen 7, 8 stimmen mit den Erfahrungen des Hn. Buchholz (Journ. f. Chemie und Phys. B. III. S. 712 u. f.) überein, nach welchen das vollkommene Eisenoxyd beim Weißglühen zum unvollkommenen wird.

niederschlugen; blieb diese Lauge aber einen Tag lang stehen, um sich aufzuklären, so zeigten sich keine Spuren von Eisen *). —

Als ich die Schlacke mit Potasche schmolz, entstand ein schwarzes Glas, welches den Tiegel durchbohrte, vom Magnet gezogen ward und mit Säuren einen Schwefellebergeruch verbreitete; beim Auskochen ließ sich aber kein Eisen in der Lauge auffinden. — Von dem sogenannten Eisenglimmer und von mehreren anderen Arten des im Feuer zersetzten Eisens habe ich schon oben (§. 62, 4) geredet, und weiter unten (§. 68) werde ich zeigen, wie sich die Schlacken mit den auflösenden Mitteln verhalten. Von den Farben aus den Schlacken handelt die siebente Abtheilung dieses Werkes.

§. 64. Von der Zunahme des Gewichts.

Zu den merkwürdigen Eigenschaften des Eisens (die es jedoch fast mit allen verbrennlichen Metallen gemein hat) gehört auch die, daß es beim Verbrennen zur Schlacke, zu Kalk oder zu Glühspan, ein größeres Gewicht erhält, oder richtiger, daß der durch das Verbrennen entstehende Glühspan oder Eisenkalk beträchtlich viel schwerer ist, als das Metall in seinem metallischen Zustande war. Ich habe oben (§. 28) schon erwähnt, daß ein Stück Eisen von $\frac{1}{2}$ Zoll im Quadrat, welches vor dem Gebläse in einer heftigen Hitze glühend gemacht und im kalten und warmen Zustande gewogen ward, durch das Glühen einen Zuwachs von $\frac{8}{29}$ Procent erhalten hatte, welche Gewichtszunahme nicht dem Metall als solchem zugeschrieben werden konnte, sondern von dem anhängenden Glühspan herrühren mußte. Im §. 57, 1 — 4 sind mehrere solche Versuche mit verschiedenen Arten von Eisen angeführt, die 9 Stunden lang

*) Weil sich die Auflösung des Eisens in der Schwefelleber und im hepatischen Gas oder in der Schwefelwasserstoff-Säure (Hydrothionsäure) an der Luft zersetzt.

lang einer ganz gleichförmigen Glühhitze unter der Muffel des Probirofens ausgesetzt wurden. Mit Zurechnung des Glühspans war nämlich:

Das kaltbrüchige Eisen schwerer geworden um	$3\frac{1}{24}$	Procent.
der Brennstahl . . .	4	—
das Roheisen	$2\frac{1}{2}$	—
das geschmeidige Eisen . .	$6\frac{1}{2}$	—

Diese Gewichtszunahme richtet sich nach den oben (§. 58) beim Verbrennen des Eisens angegebenen Gesetzen. Aus diesen Versuchen läßt sich übrigens nichts weiter folgern, als daß das Eisen, welches das wenigste Phlogiston enthält, am schnellsten zur Schlacke verbrennt. Will man die Gewichtszunahme erfahren, so muß alles Eisen in Schlacke verwandelt werden, und dann wird man finden, daß die Schlacke, aber nicht das Eisen, am Gewicht zunimmt (§§. 55, 63, 66 und mehrere). Dieses wird durch folgende Versuche, die aus dem §. 56, 5. 7 — 9 genommen sind, bestätiget:

Reiner Eisenfeilspan, unter der Muffel zu einem braunen Crocus kalcinirt, ward schwerer um	25	Procent.
Rostiger Feilspan bis zur dunkelgrünlichen Farbe um	$24\frac{1}{4}$	—
Feil- oder Bohrspäne von Roheisen um	27	—
Dieselben Eisenarten mit Kohlenstaub kalcinirt, um	27	—
Alle Roheisenarten mit einem Zusatz von Vitriolöl kalcinirt, um . . .	25	—

In einer länger anhaltenden Hitze waren weiches und kaltbrüchiges Stabeisen, auch der Brennstahl und der Gerbestahl um 40 Procent und darüber schwerer geworden. Bei mehreren solchen Versuchen ergab sich die Gewichtszunahme fast immer so, wie ich sie eben angeführt habe, und ließ sich nicht höher bringen, obgleich ich den Crocus mehrere male viele Stunden

den lang stark glühete. Alle diese Versuche wurden mit großer Genauigkeit und Reinlichkeit angestellt. Die Schriftsteller geben diese Gewichtsvermehrung sehr verschieden an. Unter den Neueren bemerkt Hr. Morveau (Digression academique 1762,) daß er bei seinen Versuchen eine Gewichtszunahme des reinen Eisenfeilspans von 27 Procent bei einer starken Kalcination gefunden habe, und daß die Gewichtszunahme in den Fällen, wenn ein Theil des Crocus zusammenschmolz, noch größer gewesen sey. Feilspan von englischem Stahl, der so lange kalcinirt ward, bis der Magnet keine Wirkung mehr auf ihn äußerte, zeigte eine Gewichtszunahme von 32 Procent, und die Gewichtszunahme des Eisens soll sich daher zu der des Stahls auf das Genaueste wie 1501 zu 1728 verhalten. Die Versuche, welche der gedachte Schriftsteller sonst noch über die Gewichtszunahme des Eisens und der übrigen Metalle durch das Kalciniren anführt, mag man in seiner Abhandlung nachsehen; auch findet man dort eine umständliche Auseinandersetzung der verschiedenen Meinungen, welche die Gelehrten aufgestellt haben, um sich diese auffallende Erscheinung zu erklären.

So viel ich weiß, ist Hr. Scheffer der erste, der in den Abhandlungen der Schwed. Akad. für das Jahr 1757 den Satz aufstellt. „Die Metalle nehmen in „demselben Verhältniß am Gewicht zu, als sie ihr „Phlogiston verlieren, und werden umgekehrt in dem„selben Grade leichter, als sie sich mit dem Phlogiston „verbinden." Wenn Hr. Scheffer Gelegenheit gehabt hätte, diesen Satz, den er nur beiläufig anführt, weitläuftiger auszuführen, so würde er gewiß auch gezeigt haben, was Hr. Morveau sehr gründlich darthut: daß das Phlogiston, welches vielleicht das leichteste von allen Flüssigkeiten und sehr viele male leichter ist als die Luft, alle Körper, mit denen es sich in großer Menge verbindet, also die Metalle und besonders

das

das Eisen, ebenfalls leichter macht; ferner, daß der erdartige Theil alsdann erst mit seinem absoluten oder wirklichen Gewicht zum Vorschein kommt, wenn sich der leichtere Theil, oder das Phlogiston, davon getrennt hat; auf eben die Art, wie ein an einem schweren Körper befestigtes Stück Kork das Niedersinken dieses Körpers im Wasser, welches ohne Kork sogleich und mit Schnelligkeit erfolgen würde, verhindern, oder den Körper wenigstens sehr viel leichter machen kann: oder, wie ein Stück Holz, welches die leichteren Theile, oder die Luft, durch Auspumpen verloren hat, sogleich im Wasser niedersinkt. — Alle Chemiker stimmen darin überein, daß die Kalcination eine Abscheidung des Phlogiston oder des Brennbaren von dem Metall ist, und daß die Reduction in der Wiedervereinigung mit jenem Stoffe besteht. Da es nun ausgemacht ist, daß die erste Operation eine Gewichtsvermehrung, die letztere aber eine Verminderung des Gewichts bewirkt, so kann man sich die Ursache dieser Gewichtsveränderung sehr ungezwungen aus dem Mangel des Brennbaren im ersten und aus der Anwesenheit desselben im letzten Fall erklären. Wenigstens hält es sehr schwer, einen bessern Grund dieser auffallenden Eigenschaft der Metalle anzugeben. Geht man von der Richtigkeit dieses Grundes aus, so läßt sich auch zugleich der Schluß machen, daß das Phlogiston nach einer ungefehren Berechnung etwas über zehn mal leichter seyn muß als die Luft, und daß es sich in großer Menge im Eisen befindet, weil es diesem Metall über den dritten Theil oder fast die Hälfte seines absoluten Gewichts entziehen kann. Merkwürdig ist es aber, daß das Roheisen und der Stahl beim Kalciniren mehr am Gewicht zunehmen, als das weiche Eisen, welches die oft angeführte Behauptung, daß die ersteren wirklich mehr Phlogiston als das letztere enthalten, zu beweisen scheint. Aus diesem Grunde scheint es auch sehr leicht und ziemlich zuverlässig zu seyn, von

der

der Zunahme des Gewichts beim Kalciniren auf die Beschaffenheit des Eisens oder Stahls in Rücksicht ihres Gehaltes an Phlogiston zu schließen, indem die Quantität desselben mit der Gewichtsvermehrung beim Kalciniren bei gleichen Hitzgraden, in einem graden Verhältniß steht. Weil nun die Gewichtsvermehrung des geschmeidigen Eisens bei der Verwandlung in Crocus 25 Procent, und die des Roheisens bei derselben Behandlung 27 Procent beträgt, so kann man den Schluß machen, daß sich die Quantität des Phlogiston im geschmeidigen Eisen zu der im Roheisen wie 25 zu 27 verhält*).

Auch in Verbindung mit anderen Metallen habe ich über die Gewichtsvermehrung des Eisens folgende Versuche angestellt.

Spiesglanzkönig und Stahl zu gleichen Theilen zusammengeschmolzen, gaben eine Metallmischung, die vom Magnet stark gezogen ward, durch das Kalciniren auf einem offenen Scherben einen violetten Kalk gab, am Gewicht um 22 Procent schwerer geworden war und in diesem Zustande nur noch sehr wenig vom Magnet angezogen wurde.

Drei Theile englisches Zinn und ein Theil Roheisen gaben eine geschmeidige Mischung, welche vom Magnet angezogen ward, und beim Kalciniren einen röthlichen Kalk gab, der dem Magnet nicht mehr folgte, und

*) Es ist auffallend, wie den älteren, äußerst verdienstvollen und gelehrten Chemikern, das Fehlerhafte ihrer Folgerungen nicht einleuchtete. Wenn nämlich wirklich ein solches leichtes Wesen, als ihr Phlogiston ist, existirte, so würde ein größeres absolutes, aber geringeres specifisches Gewicht beim metallischen, so wie ein geringeres absolutes, aber größeres specifisches Gewicht beim verkalten Eisen, eine nothwendige Folge der Anwesenheit dieses Stoffes beim metallischen, und der Abwesenheit desselben beim verkalkten Eisen gewesen seyn. Die Erfahrung zeigte aber das Gegentheil, und deshalb mußten sie zu einer gezwungenen Erklärung, die den Fehler hat, daß die Unterschiede des absoluten und specifischen Gewichts dabei nicht berücksichtiget sind, ihre Zuflucht nehmen. Seitdem der unsterbliche Lavoisier überzeugend bewies, daß der Sauerstoff den Metallen ihre Metallität nimmt, erklärt sich die Ge-

und um vierundzwanzig Procent schwerer geworden war.

Englisches Zinn für sich allein zu einem reinen Kalk gebrannt, ward um 22 Procent, und der Spiesglanzkönig um 15 Procent schwerer. Mehrere andere Versuche muß ich hier übergehen, um nicht zu weitläuftig zu werden.

Ich darf indeß nicht unbemerkt lassen, was Hr. **Morveau** gänzlich übersehen hat, daß nämlich das absolute Gewicht der Eisenschlacken oder des Glühspans das des metallischen Eisens, woraus die Schlacke entstand, zwar um 24, 30 bis 40 Procent übertrifft, daß aber dagegen das specifische Gewicht der Schlacke bedeutend geringer als das des Metalles ist. Das specifische Gewicht einer reinen und glasigen, aber zugleich etwas porösen Eisenschlacke von einem in starker Hitze verbrannten Eisenstabe, verhielt sich zu dem des metallischen Eisens wie 4,810 zu 7,600 oder zum reinen Schneewasser wie 4,810 zu 1000. Als ich 100 Pfund von dieser Schlacke mit gewöhnlichem Eisenflüß reducirte, erhielt ich ein Eisenkorn von 74½ Pfund. Es geht hieraus hervor, daß das Eisen bei der Reduction durch den Zutritt des Phlogistons gerade um eben so viel leichter wird, oder daß es sein Gewicht um eben so viel vermindert, als seine Schlacke beim Verbrennen vorher schwerer geworden war, nämlich 25½ Procent. Dieser Versuch und mehrere andere (§. 66, 4) scheinen die Behauptung des Hn. Scheffer und die von **Morveau** daraus hergeleiteten Schlußfolgen sehr zu bestätigen. Ich glaubte überzeugt seyn zu dürfen, daß diese Reduction ohne einen Verlust, oder ohne Abbrand vom Metall bewerkstelliget werden könne, und bei der Wiederholung des Versuches bestätigte sich meine Meinung auch vollkommen. Das geringere specifische Gewicht der Eisenschlak-

wichtszunahme der Metalle beim Verkalken auf eine höchst einfache Art.

schlacken ist blos ein Beweis ihrer großen Zunahme am äußeren Volum oder an innerer Undichtigkeit.

Diese Gewichtszunahme habe ich auch sehr häufig bei mehreren Eisenerzarten, die bei einer vorsichtigen Kalcination auf einem Scherben im Probirofen 1 bis 3, höchstens 4 Procent am Gewicht zunahmen, bemerkt. — Die Erze, welche diese Eigenschaft zeigten, waren schwarz oder schwarzgrau, magnetisch, feinkörnig, sehr reichhaltig und größtentheils etwas zum Rothbruch geneigt, auch enthielten sie etwas Bergart, z. B. Quarz, Glimmer, Schörl oder Talk eingemengt. Diese Gewichtsvermehrung scheint mir zu beweisen, daß die Erze das Eisen in einem ziemlich gediegenen Zustande enthalten, (§. 39, 4) oder daß sie in dieser Rücksicht wenigstens mit dem Verhalten des gediegenen Eisens übereinstimmen. Solche Erze kommen dem gediegenen Eisen auch darin gleich, daß sie im Hohenofen sehr zum Frischen geneigt sind, und lieber gleich geschmeidiges Eisen als flüssiges Roheisen geben. Um sie daher vortheilhaft im Hohenofen verschmelzen und einen reichen Satz führen zu können, muß man sie durchaus vorher auf das stärkste glühen und rösten oder in Eisenkalk verwandeln.

Wenn das Eisen durch das Auflösen in Säuren von seinem Phlogiston befreit oder in den Zustand des Kalkes gebracht wird, vermehrt es sein Gewicht eben so als durch die Wirkungen des Feuers. Hr. Sage will gefunden haben (Elemens docimastiques T. II. p. 165) daß 1 Centner Eisenfeilspan durch das Auflösen in Vitriolsäure und durch das Niederschlagen mit Sodasalz, nach dem gehörigen Aussüßen und Austrocknen 188 Pfund Kalk gegeben, oder sein Gewicht um 88 Procent vermehrt haben soll. Man könnte wohl glauben, daß diese große Gewichtsvermehrung entweder von anhängender Vitriolsäure, oder von dem fehlerhaften Abwiegen, wenn sich nämlich in dem Filtra sehr viel

Salz

Salz eingezogen hatte, entstanden sei; denn ich habe diesen Versuch mit aller Genauigkeit wiederholt und gefunden, daß der niedergeschlagene Eisenkalk, nach einem starken Ausglühen, nicht mehr als $37\frac{1}{2}$ Procent (§. 217, 2, a) schwerer geworden war. Spätere Erfahrungen haben aber gezeigt, daß man durch das Niederschlagen mit Alkalien, nach Belieben eine größere oder geringere Gewichtsvermehrung, als Hr. Sage angegeben hat, hervorbringen kann, wovon sich die Ursache weiter unten (§. 218) ergeben wird, und worüber man sich umständlicher in Hn. Bergmanns Opusc. chem. et phys. Vol. II. S. 349 — 398 belehren kann *).

§. 65. Von der Reduction der Eisenkalke.

Die Reduction der Eisenschlacken oder ihre Wiederherstellung zu Eisen, ist eine Eigenschaft, welche sie mit dem größten Theile der natürlichen Eisenkalke gemein haben. Bei meinen Versuchen habe ich immer gefunden, daß sich alle Arten des verbrannten Eisens, der Eisenschlacken und der Eisenkalke (sie mogten auf dem trocknen oder auf dem nassen Wege zubereitet seyn) sehr leicht und zwar bloß durch starkes Glühen oder durch Cementation, vorzüglich mit einem Zusatz von Phlogiston, in einem geringeren Hitzgrad als der ist, welcher gewöhnlich zum Schmelzen des Roheisens erfordert wird, reduciren ließen. Zur Bestätigung führe ich folgende Versuche an:

a. Ich cementirte ein Stück von einer schwarzen, glasigen und porösen Eisenschlacke, die durch das gänzliche Verbrennen eines Eisenstabes in der Stahlöfenhitze entstanden war, in einem verklebten Tiegel mit einem

*) Je nachdem nämlich ätzende oder kohlensaure Alkalien zum Niederschlagen angewendet werden. Das schwarze unvollkommene Eisenoxyd oder das Eisenoxydul besteht übrigens aus 77,22 Eisen und 22,78 Sauerstoff, oder 100 Theile Eisen nehmen zwischen 29 und 30 Sauerstoff auf; das rothe, vollkommene Eisenoxyd besteht dagegen aus 69,34 Eisen und 30,66 Sauerstoff; oder 100 Theile Eisen nehmen 44,25 Sauerstoff auf.

einem Zusatz von Kohlenstaub, Ruß und etwas wenigem Kochsalz in einem Windofen, wobei die Hitze so stark war, als sie gewöhnlich beim Stahlbrennen zu seyn pflegt. Das Stück Schlacke war $\frac{1}{2}$ Zoll dick und wog $4\frac{3}{4}$ Loth. Der Magnet wirkte nicht merklich darauf Nach einem 3stündigen Glühen hatte die Schlacke $\frac{1}{2}$ Loth oder 10 Procent am Gewicht verloren, und schien ausgedehnter zu seyn, oder ein größeres Volum zu haben, als vorher; es zeigten sich indeß auch tiefe Risse, woraus hervorging, daß sie sich eigentlich mehr zusammengezogen als ausgedehnt haben müsse. Mit der Feile ließen sich ganze Stellen völlig reducirtes Eisen auffinden, auch gab der Grabstichel deutliche Beweise von der Weichheit und Geschmeidigkeit der Masse, welche sich sogar zum Theil kalt hämmern und ausrecken ließ; sie zeigte indeß nur einen geringen Zusammenhang und bestand aus lauter Sehnen oder Lamellen, die mit schwarzer nicht reducirter Erde vermengt waren. Das Ganze ward vom Magnet gezogen, und löste sich in Scheidewasser eben so wie reines Eisen auf; in einer Schmiedeesse ließ es sich zu einem Klump zusammenschweißen, und gab durch das lichte Glühen deutlich zu erkennen, daß es sehr viel Phlogiston angezogen habe; vorzüglich bestätigte sich dies durch das Ablöschen im Wasser, indem es theilweise zu Stahl geworden war.

b. Mit denselben Zusätzen ward auch ein Stück Eisenrost, oder Eisen, welches sich in reinen, dichten Rost verwandelt hatte, von etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll Breite und $\frac{1}{4}$ Zoll Dicke, drei Stunden lang cementirt. Es schien, als wenn sich der Rost dadurch etwas zusammengezogen hätte, oder als wenn er gleichsam eingetrocknet wäre, auch kamen sehr viele Risse zum Vorschein. Aeußerlich war er vollkommen in Stahl verwandelt, der sich feilen und schmieden ließ, und seine stahlartige Natur durch Glühen und Ablöschen im Wasser deutlich zu erkennen gab. Inwendig war dieser reducirte Rost aber noch pulver-

pulverartig und hatte einen geringen Zusammenhang, verhielt sich aber weich gegen den Grabstichel und zeigte deutlich die metallische Eisenfarbe.

c. Ein breiter, mit einer starken Rostrinde überzogener Eisenzain, ward mit denselben Zusätzen vier Stunden lang cementirt, worauf sich der Rost in eine reine, geschmeidige, zähe, und weiche Eisenhaut verwandelt hatte, die jetzt das Stück Eisen, welches durch das Brennen zu reinem Stahl geworden war, statt des Rostes überzogen hielt.

d. Ein anderer kleiner Eisenzain, der mit sehr starkem Glühspan bedeckt war, ward durch dieselbe Behandlung zu Stahl. Die Glühspanrinde, welche vorher sehr dick und aufgeschwollen war, zeigte sich jetzt ganz dünne und hatte sich nicht allein zu einer reinen Eisenhaut reducirt, sondern war auch in vollkommenen geschmeidigen Stahl verwandelt, der sich von dem gleichfalls in Stahl verwandelten Eisenzain nicht abtrennen ließ, sondern beim Ausschmieden fest daran sitzen blieb.

e. Ein Stück **Schlacke** (oder zu schwarzer Schlacke gewordenes Eisen) ward eben so wie oben (a) behandelt und mit ungebranntem Gips in einem verklebten Tiegel 10 Tage lang im Stahlofen geglühet. Sie hatte sich gänzlich zu reinem Eisen von lichtgrauer Farbe reducirt, welches aus lauter Sehnen und Adern bestand. Dies reducirte Metall vertrug das kalte Hämmern in einem hohen Grade, ehe es Risse bekam; es war ganz weich und ließ sich kalt biegen, aber in der Hitze fuhr es beim Schmieden auseinander und ward schwarz; gegen die Feile verhielt es sich eben so als reines und etwas undichtes Eisen.

f. Ein Stück **rothe Kreide** völlig wie (e) behandelt, behielt seine äußere Gestalt, schwoll aber in der Mitte etwas auf und war mit einer blanken, reinen Eisenhaut überzogen, die überall mit kleinen durchsichtigen Glasperlen, wodurch sie ein sonderbares Ansehen erhielt, gleich=

gleichsam übersäet war. Inwendig war sie hohl und mit einem olivenfarbenen Glase bekleidet.

g) Småländische Wiesenerze ohne alle Zuschläge in einem verklebten Tiegel 10 Tage lang in der Stahlofenhitze cementirt, waren zu einer grauen Schlacke geschmolzen, aus welcher sich das Eisen in lauter kleinen Körnchen reducirt hatte.

h. Auch aus unserem Schwedischen Braunstein hatte sich das Eisen durch solche Cementation ohne Schmelzung reducirt, und war in Gestalt geschmeidiger Adern und Blätter, welche ein vollkommen metallisches Ansehen und Geschmeidigkeit besaßen, ausgesaigert. Eben so war auch das Eisen aus dem Gallmey, durch bloßes Brennen ohne Zusätze reducirt worden (§. 265, 20). — Ich könnte es durch mehrere Versuche beweisen, daß sich das Eisen aus seinen Kalken oder aus dem Crocus sehr leicht, und zwar bloß durch einen gewissen Hitzgrad, der nicht einmal bis zum Schmelzgrade gehen darf, reduciren läßt: daß zu seiner Reduction sehr wenig und kaum mehr Phlogiston, als es aus dem Feuer anzuziehen im Stande ist, erfordert wird, welches vorzüglich beim Einsetzen im Stahlofen statt findet, indem die Hitze desselben, wie die vorhin angeführten Versuche (e, g, h) zeigen, mit sehr vielem brennbaren Wesen angeschwängert ist: so wie endlich, daß auch die Schwefelsäure, welche sich im Gips befindet, zur Erlangung der Geschmeidigkeit des reducirten Eisens beizutragen scheint, welches mehrere Beobachtungen bestätigen (§§. 61, 1. 73. XXI — XXIII. 265, 7, 8, 14, 17). Beim Glühen in verschlossenen Gefäßen setzt das Eisen wohl etwas, obgleich noch sehr dünnen Glühspan an; fällt aber zufällig etwas Kohlenstaub in das Gefäß, so verwandelt sich auch dieser Glühspan in einem gewissen Hitzgrade in wenigen Minuten, in weiches und geschmeidiges Eisen, wovon weiter unten (§. 72) noch Beispiele vorkommen werden. — Um noch

genauer zu erfahren, wie viel Phlogiston die gewöhnlichen Eisenkalke zu ihrer Reduction erfordern, stellte ich folgende Versuche an:

i. Ich nahm zwei gut verschlossene Tiegel, brachte in den einen die schwarze Eisenschlacke, in den anderen den Eisenrost b, umgab beide Substanzen mit ganz reiner, gut gebrannter und ausgelaugter weißer Knochenasche, so wie man sie gewöhnlich zu den Capellen beim Probiren anwendet und von denen man glauben sollte, daß sie ganz frei von Phlogiston wären. Nach einem 10tägigen Brennen im Stahlofen fand ich das Eisen aus Schlacke sowohl als aus dem Roste reducirt; oder richtiger, ich bemerkte, daß sowohl das Stück Schlacke als auch das Stück Rost in ihrer ganzen Gestalt so weit zu Eisen reducirt waren, daß man sie feilen konnte und daß der Feilstrich eine rein metallische Farbe zeigte. Nach dem Glühen ließ sich aber keins von diesen Stücken schmieden, sondern sie zerfielen unter dem Hammer zu Pulver.

k. Die eben angeführten und mehrere andere Versuche brachten mich auf die Vermuthung, daß ein gehöriger Hitzgrad für sich allein die Reduction der Eisenkalke und der Schlacken zu geschmeidigem Eisen ohne einen anderen Zusatz von Phlogiston, außer dem Antheil, der sich schon zufällig in den Schlacken befinden mag, bewirken würde. — Die Knochenasche besitzt die Eigenschaft, den reinen Bleikalk oder die Glätte zu reduciren, und das Blei beim Schmelzen regulinisch darzustellen, welches darauf hindeutet, daß sie nicht ganz vom Brennbaren frei ist. Um also die Ueberzeugung zu erhalten, ob die Hitze allein die Reduction des Eisens aus der Schlacke bewirken könne, brachte ich einige Stücken reinen, schwarzen und dichten Eisenkalk mit einem Pulver von neuen, gut gebrannten, weißen Porcelanpfeifen, von denen ich sicher voraussetzen konnte, daß sie von allem Phlogiston frei wären, in

einen

einen ganz reinen Tiegel, verklebte denselben gehörig und setzte ihn in einem Windofen einer 4stündigen Hitze aus, wie man sie zum Stahlbrennen gewöhnlich anwendet. Nach dem Erkalten fand ich das Pfeifenmehl fest zusammengesintert, die Schlacke aber ganz unverändert und nicht im allergeringsten reducirt. Es scheint mir daraus zu folgen, daß der geringe Antheil von Brennstoff, der sich sowohl in der Schlacke oder in dem Kalk, als auch in der Hitze selbst befand, von der die Schlacke umgebenden Erde absorbirt, und daß dadurch die Reduction verhindert worden seyn muß. Wenn daher die Reduction im Stahlofen, in welchem der verklebte Tiegel im Kohlenstaub eingesetzt ist, dennoch erfolgen sollte, so kann die Ursache dieses Ereignisses nur die seyn, daß der Tiegel von der großen Menge des Phlogiston im Kohlenstaub durchdrungen wird, und daß dieses alsdann auf den Eisenkalk wirkt (§. 66, 5). — Die Versuche, welche weiter unten (§. 73, XIX) angeführt werden sollen, werden beweisen, daß es sehr wohl möglich ist, die Wirkung des Phlogiston durch gläserne Gefäße so abzuhalten, daß das Eisen nicht in Stahl verwandelt werden kann.

Anders verhält es sich mit den natürlichen Eisenkalken oder Ockern (§. 73, 11), z. B. mit den Sumpf- und Wiesenerzen, welche in der Regel etwas Brennbares aus dem Pflanzenreich bei sich führen, durch welches sie in verschlossenen Gefäßen reducirt werden können. — Um mich hiervon zu überzeugen, stellte ich einen Versuch mit dem sogenannten Hagelerz, oder mit dem Sumpferz von den Åsner Brüchen in Småland an. Ich brachte diese Erze nämlich in eine eiserne Retorte mit einem vorgelegten Glas-Recipienten, legte die Retorte in einen dazu eingerichteten Destillirofen, so daß ich die Hitze nach und nach verstärken konnte, bis die Retorte sehr stark glühete, und nichts mehr übergehen wollte, und ließ das Feuer dann ausgehen und die

ganze Vorrichtung erkalten. — Es zeigten sich bei dieser Destillation folgende Erscheinungen:

1) Der erste Wassertropfen, der in den Recipienten überging, vermengte sich mit dem vorgeschlagenen wenigen reinen Kalkwasser und trübte dasselbe. Der Kalk fiel mit einer weißen Farbe zu Boden, wodurch die Gegenwart der Luftsäure erwiesen ist.

2) Das später übergehende Wasser war etwas gelblich und bedeckte sich mit einer schwarzen, fetten oder bituminösen Substanz, die sich immer mehr und mehr vermehrte.

Als ich den Recipienten öffnete, kam ein starker durchdringender Geruch, wie vom Rußspiritus zum Vorschein.

4) An den Wänden des Recipienten hatten sich feine haarförmige Krystalle und eine schwarze breiartige Masse angelegt, welche sich als flüchtiges Alkali zu erkennen gaben.

5) Das Wasser im Recipienten war schwarz und trübe, hatte einen unangenehmen Geruch und einen durchdringenden zusammenziehenden Geschmack. Es betrug den vierten Theil oder 25 Procent vom Gewicht des Erzes, welches aber $28\frac{13}{64}$ Procent, also über 3 Procent mehr verloren hatte, als im Recipienten aufgefangen werden konnte.

6) Dieses Wasser schlug die Metalle aus ihren Auflösungen in Säuren nieder, und zwar das Silber aus der Salpetersäure mit schwarzer Farbe, welches von den bituminösen Theilen im Wasser herrührt; das Kupfer aus derselben Säure mit blauer Farbe; das Eisen aus der Vitriolsäure mit der gewöhnlichen Rostfarbe und aus der Arseniksäure mit weißer Farbe; das Quecksilber aus der Salpetersäure mit weißlich gelber Farbe, und das Blei aus der Essigsäure als einen weißen Schleim. Mit Kurkuma gefärbtes Papier ward röthlichbraun, das blaue Lackmuspapier und das mit Fernambuk gefärbte Papier erhielten eine dunklere Farbe.

Digitized by Google

be. **Kaustisches Alkali und gebrannter Kalk** bewirkten einen deutlichen Geruch nach Salmiakgeist. Als ich das Wasser bis zur Trockniß abdampfte, blieb eine dünne bituminöse oder harzige Haut, die mit vielen haarförmigen Krystallen bedeckt war, welche die Feuchtigkeit aus der Luft an sich zogen, im Glase zurück. Papier, welches mit diesem Rückstand bestrichen und angezündet ward, brannte mit bläulicher Flamme.

Aus diesen Versuchen kann man mit Zuverlässigkeit schließen, daß diese Erze, außer einer großen Menge von Luftsäure, noch viel Brennbares und flüchtiges alkalisches Salz enthalten. Die Gegenwart der Salzsäure oder des Kochsalzes ließ sich indeß auf keine Art darthun, und eben so wenig enthielt dieses Wasser aufgelöstes Eisen.

7) Das Erz war nach dieser Behandlung ganz schwarz geworden und ward vom Magnet gezogen. Es hatte 28 Procent am Gewicht verloren und gab in der kleinen Probe gerade 50 Procent ganz weißes und hartes Roheisen. Im rohen und ungerösteten Zustande kann man den Gehalt dieses Erzes aber nicht höher als zu 36 Procent annehmen. Durch das Rösten auf einem offenen Scherben verlor es auch nur 28 Procent am Gewicht; das Flüchtige war daher durch die Destillation eben so vollkommen als durch die Kalcination im offenen Feuer ausgetrieben worden.

§. 66. Fortgesetzte Versuche über die Kalcination des Eisens und über die Reduction seiner Kalke.

Ehe ich den Gegenstand über die Zerstöhrung des Eisens ganz verlasse, sei es mir erlaubt, noch folgende Versuche zur näheren Beobachtung des vorhin (§§. 55. 65) Gesagten anzuführen.

1) Ich habe zwar oben (§. 64) bemerkt, daß die Vermuthung des Hn. **Morveau**: die Zunahme des absoluten Gewichts des Eisens beim Kalciniren oder

Ver-

Verbrennen rühre von der Verjagung des überaus leichten Phlogiston her, außerordentlich viel Wahrscheinliches für sich habe und daß sie von Vielen auch sogar als eine ausgemachte Sache betrachtet werde; weil aber die Gewichtszunahme des Eisenkalkes oder des verbrannten Eisens über $\frac{1}{3}$ des Gewichts des Eisens in seiner metallischen Gestalt beträgt, so scheint sie mir doch zu beträchtlich zu seyn, als daß sie von der Vertreibung des Phlogiston allein herrühren sollte, und ich hatte daher allen Grund zu vermuthen, daß die Eisenkalke auch aus der Luft etwas anziehen, wodurch ihr Gewicht vergrößert wird. — Zur Beleuchtung dieser Vermuthung wog ich 100 Pfund gleich grobe Feilspäne von folgenden Eisensorten:

vom weichen und zähen Stabeisen,
vom grauen und weichen Roheisen,
vom kaltbrüchigen Stabeisen und
vom gewöhnlichen Brennstahl

ab, brachte sie auf vier neue Roßtscherben, welche vorher auf das Genaueste gewogen waren, und setzte sie dann einer 10stündigen starken und gleichförmigen Glühhitze im Probirofen aus, wobei ich die Vorsicht beobachtete, daß alle Scherben auf das vollkommenste gleich stark erhitzt wurden, daß ich die Feilspäne vorsichtig umrührte, und daß ich jeden gefüllten Scherben einzeln, noch im glühenden Zustande, abwog, sobald ich sah, daß sich die Feilspäne sämmtlich in einen gut durchgebrannten Kalk verwandelt hatten. Nach dem Erkalten fand ich, daß jeder Scherben zwei Pfund an seinem Gewicht verloren hatte, und bei der Vergleichung mit dem ganzen Gewicht ergab sich dann, daß die wahre Gewichtszunahme der Eisenkalke beim Abwägen im glühenden Zustande folgende war:

Bei dem Kalk des weichen Stabeisens . 38 Procent
— — — des Roheisens . . 29 —

Bei

Bei dem Kalk des kaltbrüchigen Eisens .	43	Procent
— — — des Stahls . . .	38	—

2) Nach Verlauf von fünf Tagen, bei einem gelinden und feuchten Wetter, wurden die Kalke wiederum gewogen, und nach Abzug des Gewichts der Scherben wog

der Kalk des weichen Eisens . . .	43	Procent
— — des Roheisens . .	37	—
— — des kaltbrüchigen Eisens .	43	—
— — des Stahls . .	38	—

mehr, als das Eisen, woraus die Kalke entstanden waren. Als ich sie 14 Tage später in einer trocknern und kalten Luft abermals wog, zeigten sie keine bedeutende Gewichtsveränderung weiter, nur die Scherben hatten ihr anfängliches Gewicht vor der Kalcination wieder erhalten. Während dem Erkalten hatten daher aus der Luft angezogen:

Das weiche Eisen	5 Procent
— Roheisen	8 —
— kaltbrüchige Eisen	nichts
der Stahl	nichts.

3) Um nun zu erfahren, ob die Kalke durch ein neues Brennen vielleicht das aus der Luft angezogene Mehrgewicht wieder verlieren würden, brachte ich sie nach dem Abwägen abermals unter die Muffel, glühete sie eben so wie vorhin, aber in gelinderer Hitze, wog sie wieder ab, und fand nun, daß:

das weiche Eisen schwerer geworden war um 1 Procent
— Roheisen leichter geworden war . 2 —
— kaltbrüchige Eisen hingegen, und der Stahl waren unverändert geblieben.

Es scheint mir aus diesen Versuchen folgendes hervorzugehen:

a. Daß die Eisenkalke, besonders die vom weichen Stabeisen und vom Roheisen, wirklich eine, obgleich nicht

nicht beträchtliche Gewichtsvermehrung aus der Luft erhalten.

b. Daß diese Gewichtszunahme durch ein abermaliges Glühen nicht verloren geht, weshalb sie ohne Zweifel durch eine fixirte Luftart veranlaßt wird.

c. Daß der Kalk des Roheisens die stärkste Anziehung zur Luft hat, daß aber nicht die ganze Gewichtszunahme (von 8 Procent) von einer im Feuer beständigen Luft herrührt, sondern daß ein Theil derselben (2 Procent) durch wäßrige Feuchtigkeit entsteht, welche die Roheisenerde zufällig anzieht, und welche durch ein gelindes Glühen (nur von einer Stunde) wieder fortgeht.

d. Die Gewichtszunahme des Kalkes vom geschmeidigen Eisen an der Luft, rührt wirklich von der Verbindung mit einer im Feuer beständigen Luft her, weil sich das Gewicht bei einer wiederholten Glühung nicht allein nicht verminderte, sondern sogar noch um ein Procent vermehrte, obgleich diese Glühhitze zu geringe war, als daß sie auf eben die Weise wie die vorhergegangene stärkere Kalcination eine Gewichtsvermehrung hätte bewirken können.

e. Daß der Stahl keine Gewichtsvermehrung an der Luft weiter erleidet, indem er schon vorher damit gesättiget zu seyn scheint.

f. Daß aber auch das kaltbrüchige Eisen an der Luft nicht am Gewicht zunahm, scheint entweder aus eben diesem oder aus einem entgegengesetzten Grunde herzurühren, weil nämlich die Erde oder der Kalk desselben nicht die Eigenschaft besitzt, solche Luft an sich zu ziehen.

Es geht also aus diesen Versuchen hervor, daß nur der kleinste, und zwar ein sehr unbedeutender Theil der Gewichtszunahme der Eisenkalke der Verbindung mit der Luft zugeschrieben werden kann, insofern es sich nämlich nicht erweisen läßt, daß die Luft schon beim Glühen unter der Muffel des Probirofens von den Kalken

ken angezogen wird, welches ich dahin gestellt seyn lassen muß, weil ich keine Gelegenheit hatte, Versuche darüber anzustellen *). Vorzüglich rührt also diese Gewichtszunahme wohl von dem Verlust des Phlogiston her, welches auch folgende Versuche zu bestätigen scheinen.

4) Ich habe schon im §. 64 bei einer Probe mit einem verbrannten Stück Eisen gezeigt, daß die Zunahme seines Gewichts bei der Verwandlung in Schlacke oder in Kalk gerade eben so groß ist als die Gewichtsverminderung, welche bei der Reduction statt findet; oder daß das Eisen durch die Reduction dasselbe metallische Gewicht, welches es vor der Kalcination hatte, wieder erhält. Zur mehreren Bestätigung stellte ich folgende Reductionsversuche an:

a. Der oben (2) angeführte kalcinirte Kalk von 100 Pfund kaltbrüchigem Eisen, welcher 143 Pfund wog, ward mit Leinöl zu einer Kugel gemacht, mit Kohlenstaub in einen ebenfalls mit Kohlenstaub ausgefütterten Tiegel gethan und $\frac{3}{4}$ Stunden lang einer starken Hitze vor dem Gebläse ausgesetzt. Nach dem Erkalten war die Kugel zu einem ganz reinen Regulus zusammengeschmolzen, der eben so viel als das zur Kalcination angewendete Eisen, nämlich 100 Pfund, wog, so daß das Mehrgewicht des Kalkes von 43 Pfunden nun gänzlich verschwunden war. Der Regulus war ganz hart unter dem Hammer und ließ sich kaum zerschlagen; auswendig war er mit einer schwarzen, zähen Eisenhaut bedeckt, und in der Mitte des Bruches theils körnig, theils glimmrig mit einer dichten Stahlmasse bekleidet und von feiner Textur. Nach dem Glühen zeigte er etwas Geschmeidigkeit.

b. Auf

*) Man muß es bedauern, daß Hr. R. durch die herrschende Meinung seines Zeitalters veranlaßt ward, seine bessere Ueberzeugung zu unterdrücken, und dem Geist der Zeit, seine gewöhnliche Unbefangenheit, die ihn vielleicht zum Stifter des antiphlogistischen Systems gemacht haben würde, aufzuopfern.

b. Auf gleiche Art behandelte ich auch den Kalk des weichen Eisens, der 143 Pfund wog, und der durch die Reduction ebenfalls ein Eisenkorn von 100 Pfund gab, so daß das Metall sein erstes Gewicht wieder erhielt. Der Regulus war ganz rein, überall mit kleinen Glasperlen besetzt, und wie mit wasserbleiartigen Schuppen bestaubt. Im Bruch war er schwarz, äußerlich mit einer dünnen funkelnden Eisenhaut bedeckt, übrigens aber verhielt er sich gegen die Feile und unter dem Hammer ganz weich.

Es ist gar nicht zu zweifeln, daß die Kalke der übrigen Eisenarten durch die Reduction eben solche Resultate gegeben haben würden, wenn ich den Versuch angestellt hätte.

5) Daß die Eisenkalke, auch ohne zu schmelzen, Phlogiston anziehen und sich metallisiren können, habe ich schon oben (§§. 63, 8. 65) gezeigt. Zur mehreren Ueberzeugung und um zu sehen, ob das brennbare Wesen durch Glas dringen könne, nahm ich stark kalcinirten rothen Eisenkalk, der vom Magnet durchaus nicht gezogen ward, füllte ihn in eine Glasröhre, die ich an beiden Enden verschmolz und mit Kalk in einen gut verschlossenen Tiegel setzte, welchen ich 13 Tage lang im Stahlofen stehen ließ. — Nach diesem anhaltenden starken Glühen, fand ich die Glasröhre in dem Kalk ganz unbeschädiget, und den Eisenkalk, beim Zerschlagen der Röhre, zu einem schwarz gefärbten völlig an einander hängenden Cylinder zusammengezogen, der an den Wänden der Röhre nicht fest saß, vom Magnet gänzlich gezogen ward, und beim Feilen eine metallische graue Farbe zeigte. — Aehnliche Versuche wiederholte ich mit allen Arten von Crocus martis in einem hermetisch versiegelten Gefäß, und zwar so, daß die untere Hälfte der Röhre im Tiegel in ungebranntem Kalk, die obere Hälfte derselben aber in Kohlenstaub stand. Nach einem vierstündigen Glühen im Windofen

zeigte

zeigte sich, daß der Crocus in dem oberen Theil der Röhre, so weit sie im Kohlenstaub gestanden hatte, in einen schwarzen locker zusammenhängenden Cylinder verwandelt war, der stark vom Magnet angezogen ward; der Crocus im unteren Theil der Röhre, welche im Kalk gestanden hatte, war dagegen pulverartig geblieben und zeigte gegen den Magnet gar keine, oder doch nur eine sehr schwache Wirkung. — Als ich diesen Versuch im Windofen, oder auch zwischen Kohlen unter der Muffel des Probirofens, bloß mit um die Röhre gelegten Kalk wiederholte, war der Crocus, sey es durch die zu starke oder durch die zu langsame Hitze, oder durch den Zutritt der Luft, mit dem halb geschmolzenen Glase in Gestalt eines schwarzen Pulvers, welches vom Magnet angezogen ward, zusammengeschmolzen.

Es scheint aus diesen Versuchen also zu folgen, daß das Glas so viel Phlogiston, als zur Reduction des gut ausgebrannten Eisenkalkes bis zu dem Grad, daß der Magnet darauf wirken kann, erforderlich ist, nicht auszuschließen vermag, wenn gleich die absorbirenden Erdarten seinen Wirkungen zuweilen im Wege stehen, wie die Versuche §. 65, i, k, zeigen. Daß aber dieses feine Phlogiston, welches durch das Glas dringt, die Verwandlung des geschmeidigen Eisens in Stahl nicht bewirken kann, wird sich weiter unten (§. 73, XIX) ergeben.

§. 67. Von der Reduction der Frischschlacken oder vom Schlackenschmelzen im Zerrennfeuer.

Ich habe schon in meiner Anleitung zur Verfeinerung des Eisens und Stahls §. 13 gezeigt, wie man aus den Frischschlacken, durch das Verschmelzen in einem dazu passenden Heerde, oder in einem kleinen Ofen, geschmeidiges Eisen ausbringen kann. In Schweden hat man von diesem Vortheil keinen Gebrauch machen

wollen,

wollen, sondern wirft die reichsten Frischschlacken lieber über die Halde oder gebraucht sie zur Verbesserung der Wege, welches man gewiß einst bereuen wird. Hier und dort ist wohl die Meinung entstanden, daß es den Versuchen an Zuverlässigkeit fehle, oder daß das erhaltene Eisen nicht durch eine bloße Reduction der Schlakken entstanden sey, sondern daß ich mit Eisenkörnern vermengte, und keine reine Schlacken genommen habe. Die Deutschen sind aber besser unterrichtet und sorgsamere Haushälter, denn sie benutzen ihre reinen Schlakken, welche nichts kosten, und brauchen keine theuren Erze oder Roheisen zu kaufen *).

Im Hannöverschen, besonders zu Uslar, soll das Schlackenschmelzen, oder das Zugutemachen der Frischschlacken, in den sogenannten Zerrenn- oder Centnerheer-

*) Hr. R. ertheilt den Deutschen ein unverdientes Lob, mir ist wenigstens, außer der Sollingerhütte bei Uslar, kein Hüttenwerk bekannt, auf welchem die Frischschlacken durch die Zerrennarbeit auf Stabeisen benutzt würden. An mehreren Orten wendet man diese Schlacken dagegen als Zuschläge bei den Hohenöfen an. Ob die Zerrennarbeit vor dem Verschmelzen in Hohenöfen Vortheile hat, müssen lokale Verhältnisse entscheiden, so wie auch ob man die Frischschlacken überhaupt mit Nutzen zu Gute machen kann. Hr. v. Marcher will (Notizen und Bemerkungen über den Betrieb der Hohenöfen und Rennwerke B. I. Hft. 2. S. 78 u. f.) beweisen, daß die verbesserte Schwedische Zerrennarbeit sehr gegen den in Kärnthen üblichen Proceß in 18 Fuß hohen sogenannten Sinter-Oefen, zurücksteht; allein obgleich die größere Höhe der Heerde gewiß sehr vortheilhaft ist, so kann doch deshalb keine Vergleichung statt finden, weil in den Sinteröfen nicht Frischschlacken, sondern halbgaare Eisenbrocken aus den Frischfeuern, Schwael und andere Abfälle beim Schmieden zu Roheisen verschmolzen werden. Daß diese Abfälle viel eisenreicher sind und daß sie viel leichter reducirt werden können, als die eigentlichen Frischschlacken, bedarf keiner Erwähnung. — Nach einer vom Hn. Norberg mitgetheilten Nachricht (Ueber die Production des Roheisens in Rußland. A. d. Schwedischen von Blumhof Freyberg 1805. S. 23) soll die gepochte und gewaschene Frischschlacke zu Sintul beim Hohenofenbetriebe mit zugesetzt werden, und nach der Berechnung 46 Procent Roheisen ausgeben. Es ist einleuchtend, daß das Ausbringen im Hohenofen viel größer seyn muß, als im Zerrennheerde; eine ökonomische Vergleichung beider Methoden ist aber zu sehr von der Lokalität, vorzüglich vom Preis der Kohlen abhängig.

heerden, zu einer gewissen Zeit im Jahre statt finden, wie mich die Hn. Wadström und Stockenström versicherten. Der Heerd zu dieser Arbeit hat fast die Einrichtung wie der zu unserer alten Osemundschmiede. Ein Boden von Roheisen unter der Form ist nicht vorhanden, auch die Heerdgrube wird blos aus feuchtem Gestübbe etwa wie ein Gaarheerd geschlagen. Die obere Fläche des Gestübbes ist nach allen vier Seiten des Heerdes mit Eisenplatten bedeckt, um sie gegen die Eindrücke beim Herumwerfen der Schlacken, der Kohlen und des Eisens während der Arbeit zu schützen. — Die Breite des Eisens vom Formzacken bis zu der dem Gebläse gegenüber stehenden Wand, beträgt 21 Zoll; die Tiefe von der Form bis zur Mitte des Gestübbebodens, wenn der Heerd frisch geschlagen ist, 12 Zoll. Die Formöffnung ist eben so wie im Frischfeuer $1\frac{1}{2}$ Zoll breit, und die Form selbst so stark geneigt, daß der Wind die halbe Tiefe des Heerdes bestreicht. Die Balgen sind etwas kleiner als beim Frischfeuer, aber sie wechseln schneller.

Beim Angange des Schmelzens, oder beim Anlassen, werden zuerst vier kleine Kasten oder vier Maaß Kohlen*) aufgegeben und vier Schaufeln voll ganz fein gepochter Schlacke darüber ausgebreitet, dann giebt man wieder Kohlen u. s. f. auf, so daß dem Volumen nach, 2 Maaß Hammerschlag auf 10 bis $10\frac{1}{2}$ Maaß Kohlen kommen. Das Gebläse muß zuerst langsam, zuletzt aber sehr schnell wechseln, damit in der Masse eine Scheidung erfolgt und das frischende Eisen aus der Schlacke sich zu einem kleinen Deul oder zu einer Luppe, die $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{3}{4}$ Centner wiegt, und welche in einer Zeit von $5\frac{1}{2}$ Stunden fertig ist, ansammeln kann.

*) Die ganze Arbeit erfordert einen sehr rohen Gang, und man wendet daher zu Uslar bloß kleine Kohlen von Laubholz an, welche von den Zweigen und schwachen Aesten des Buchen-, Eichen- und Birkenholzes erfolgen und dort unter der Benennung Grubenkohlen bekannt sind.

kann *). — Es lassen sich daher wöchentlich, wenn auch bloß bei Tage gearbeitet wird, 15 bis 16 Schmelzen machen. Zu einer solchen Luppe von $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Centner sind etwa 8 Centner Schlacke erforderlich, oder das Ausbringen beträgt ungefehr zwanzig Procent **). Der **Deul** oder die Luppe wird unter dem Centnerhammer, der dem gewöhnlichen Stabhammer ganz gleich kommt, fertig gemacht und ausgeschmiedet.

Weil dieses Zerrenneisen aber mehrentheils noch roh und undicht ist, so wird es gewöhnlich noch einmal im Frischheerd umgeschmolzen und giebt dann ein sehr gutes Eisen.

Der Heerd muß nach jedem Schmelzen mit nasser Stübbe wieder ausgebessert werden; dies geht indeß sehr schnell, und man kann auch auf dem noch nassen Heerde schon wieder anblasen. Es werden übrigens bei dieser Schmiedearbeit drei Arbeiter beschäftiget: der Meister oder der Schmelzer, der Pocher und ein Hammerschmidt. Die Schlacke, welche dazu genommen wird, kommt ganz mit der überein, welche in unsern gewöhnlichen Frischfeuern entsteht; sie ist nämlich schwarz, schwer und glasig, wird vom Magnet sehr wenig gezogen und hat keine Anzeigen von eingemengten Eisenkörnern. Es läßt sich daher gar nicht bezweifeln, daß nicht alles erhaltene Eisen durch eine wirkliche Reduction der verarbeiteten Schlacken entstanden seyn sollte. Wenn der Schmelzer während der Arbeit vermittelst eines

*) Gewöhnlich werden 4 Ct. Schlacke in einer Zeit von 4 Stunden durchgesetzt und geben ein aus halbgaarem Eisen bestehende Luppe von 1 bis 1[illegible] Ct., die demnächst im Frischfeuer weiter durchgearbeitet wird.

**) Das Ausbringen richtet sich natürlich nach der Beschaffenheit der Schlacke; ist diese sehr roh, so wird es geringer seyn, als wenn gaare Schlacke angewendet wird. Die vom Verfrischen des Coakroheisens fallende Schlacke giebt weit weniger als die Schlacke von Holzkohleneisen aus, theils weil sie wirklich etwas unreiner, also weniger eisenhaltig ist, theils weil das verschlackte Eisen mit den übrigen Bestandtheilen der Schlacke viel inniger verbunden zu seyn scheint und sich viel schwerer desoxydiren läßt.

eines kleinen Spießes merkt, daß sich die geschmolzene Schlacke zu scheiden und das Eisen zu frischen anfängt, so muß er das Eisen zusammen bringen und den **Deul** oder die Luppe machen. Die Schlacke wird dann sehr oft abgelassen. Diese abgelassene Schlacke hat sehr viel Aehnlichkeit mit der ersten Frischschlacke, aber sie ist glasiger, leichter und nicht so schwarz. Die Zustellung des Heerdes ist eben so wie bei der **Rennfeuerarbeit** zu Steinbach *), wo unmittelbar aus den Erzen geschmeidiges Eisen gewonnen wird; nur mit dem Unterschied, daß die Erze dort mit einmal aufgesetzt werden, wogegen die Schlacken nach und nach in den Zerrennheerd kommen **).

Aus

*) Im Sachsen-Meinungischen; wahrscheinlich ist diese Arbeit aber jetzt nicht mehr im Gange.

**) Seit zwanzig Jahren ist die Methode des Zugutemachens der Frischschlacken im Zerrennfeuer in Schweden sehr vervollkommnet worden. Es wird nämlich auf einem gewöhnlichen Frischfeuer oder Zerrennheerde, ein kleiner gemauerter Schacht von 6 Fuß Höhe gesetzt, welcher oben rund, mit einer 10 — 12 Zoll weiten Oeffnung versehen, unten aber bis 18 Zoll weit ist. Die untere Oeffnung wird mit Kohlenlösche zugemacht und ein Tiegel, gleichfalls von Kohlenlösche, in derselben vorgerichtet. Das Aufsetzen der klein gepochten Schlacke geschieht mit Trögen, wie bei einem Hohenofen, und zu jeder Gicht wird ungefähr ½ Ct. Schlacke, ohne alle Zuschläge, genommen. Das Gebläse ist nicht stärker als wie bei einem Frischfeuer. Die Schlacke wird von Zeit zu Zeit abgestochen. 6 oder 7 Gichten geben eine Luppe, die in einer Zeit von etwa 2 Stunden erfolgt und ungefähr einen halben Centner wiegt. Täglich können daher 5 bis 6 Ct. oder wöchentlich 30 Ct. fertig werden. Die Luppe wird, nachdem der Vorheerd von Stübbe weggenommen worden ist, ausgebrochen, unter den Hammer gebracht und gezängt. Es arbeiten dabei zwei Mann. Das Ausrecken des Eisens geschieht unter dem Stabhammer. Nach den Nachrichten, welche Hr. Blumhof gegeben hat, werden zu Söderfors in 24 Stunden 3 Schmelzungen gemacht, und Luppen von ungefähr 2 Ct. schwer, ausgebrochen. Das Ausbringen beträgt 15 bis 19 Procent und zu 1 Ct. Stabeisen werden gegen 9 Tonnen (die Tonne zu 7385 franz. Cubikzollen gerechnet) Kohlen erfordert. — Zu Malapane in Oberschlesien erfolgen aus 100 Pf. Rohschlacke etwa 21 Pf. vorzüglich gutes Stabeisen. Gaarschlacken kommen gar nicht zur Zerrennung, sondern werden von den Frischern sorgfältig ausgehalten. Mit bedeutenden ökonomischen Vortheilen ist diese Methode aber, wegen des geringen Eisenausbringens, nicht verbunden.

Aus den oben (§. 65, a. d.) angeführten Versuchen, geht schon hervor, daß sich aus den Frischschlacken fast alles verbrannte Eisen, welches dem Gewicht nach oft die Hälfte und noch mehr beträgt, wird reduciren lassen können; wie sich aber die Kosten des Ausbringens gegen den Werth des Ausgebrachten verhalten, hängt von Versuchen und von einem sachkundigen Verfahren ab. Um indeß aus den Eisenkalken, aus dem Rost, Ocker und aus den erdartigen Eisenerzen das möglichst größte Eisenausbringen mit dem geringsten Abgang zu erhalten, dazu scheint mir die Cementation oder ein starkes Glühen mit Kohlenstaub, und die darauf folgende Schmelzung in der stärksten Hitze mit einem Zusatz von reinem Krystallglase, in den Fällen, wo man will, daß das Eisen in einen Klump zusammenschmelzen soll, weil das schon reducirte Eisen dadurch am vollkommensten gegen das Verbrennen geschützt wird, das sicherste Mittel zu seyn.

Wenn man die Eisenschlacken auf die gewöhnliche Art mit einem Zusatz von salzartigen und reducirenden Flüssen probirt, so fällt das Eisenkorn schwerer oder leichter aus, je nachdem die Schlacke mehr oder weniger unrein, oder stärker oder schwächer kalcinirt war, und je nachdem die Proben in einer größeren oder geringeren Schmelzhitze gemacht worden sind. Aus einer schwarzen, theils dichten theils röhrförmigen Schlacke (§. 64) die aus ganz reinem verbrannten Eisen entstanden war, bekam ich bei der kleinen Probe einen Regulus von 74 Procent, der die Beschaffenheit des Roheisens hatte, statt daß das Eisen durch die Cementation in einem geschmeidigen röhrförmigen Zustande ausgebracht ward. Man könnte vielleicht fragen: warum das zu Schlacke verbrannte Eisen bei der Reduction nicht das ganze Gewicht wieder giebt, und wo die fehlenden 26 Procent in diesem Fall geblieben sind? Dies erklärt sich aus §§. 56, 66, wo ich gezeigt habe, daß 100 Pfd.

Eisen

Eisen beim Verbrennen etwa 126 Pfund Schlacke oder Kalk geben, aus denen man bei der Tiegelprobe ganz genau 100 Pfund Eisen wieder erhält. Wenn man daher 100 Pfund reinen Eisenkalk zur Probe anwendet, kann man nicht mehr als 74 Pfund Eisen ohne den allergeringsten Verlust wieder erhalten. Aus dem feinen Schlackenstaub, der durch die Hitze in die Frischesse getrieben wird, und der sich entweder auf dem Dach der Frischhütte oder in den Absätzen der Esse selbst ansammelt, erhielt ich durch die kleine Probe 41 Procent gutes Eisen. Aus dem Frischheerd abgelassene Schlacke von kaltbrüchigem Eisen aus Småländischen Wiesenerzen, gab zwischen 42 und 48, zuweilen auch 52 Procent Eisen, welches gar kein Zeichen von Kaltbruch mehr hatte. Eben so ist es auch eine merkwürdige Erscheinung, daß die Schlacke, welche durch das Verbrennen des kaltbrüchigen Eisens entsteht, bei der Reduction durch Cementiren (auf die Art wie ich es im §. 65, a. gezeigt habe) ein zähes und adriges Eisen giebt, welches sich kalt hämmern und ausrecken ließ. — Rother, sogenannter polnischer Gallmey gab mit gewöhnlichen Eisenflüssen behandelt, nur einen kleinen Regulus von 3 Procent, welcher das Glas sehr schön hellgrün färbte, als ich eben diesen Gallmey aber mit Wasser zusammenknetete und eine kleine Kugel daraus machte, welche mit Kohlenstaub in einen Kohlentiegel gebracht, und eine halbe Stunde lang vor dem Gebläse geglühet ward, so behielt die Gallmeykugel ihre Gestalt und war zu reinem Eisen reducirt, welches 42 Pfund wog, also eben so viele Procente von dem angewendeten Gallmey gegeben hatte. Das Eisenkorn verhielt sich gegen die Feile ganz weich, obgleich es unter dem Hammer sehr spröde war. Ich führe dies nur an, um zu zeigen, wie leicht sich das Eisen nicht allein aus den Schlacken, sondern auch aus den eisenartigen Ockern ausbringen läßt.

§. 68. Vom Verhalten des Eisenkalkes gegen die Auflösungsmittel.

Das Verhalten der Eisenkalke auf dem nassen Wege oder gegen die Auflösungsmittel darf ich ebenfalls nicht unberührt lassen, in sofern sich daraus ein Nutzen für den Haushalt und eine genauere Bekanntschaft mit den Eigenschaften des metallischen Eisens ergeben wird. Ich bemerke daher in dieser Rücksicht Folgendes;

1) Verhalten gegen das Wasser.

Sehr stark gebrannter Eisenkalk löst sich im reinen Wasser durchaus nicht auf. Aus dem schwarzen Glühspan oder Schmiedesinter, der beim Schmieden des Eisens in den Kleinschmieden abfällt, scheint das Wasser aber eine Tinktur auszuziehen, denn wenn man einige adstringirende Substanzen aus dem Pflanzenreich, z. B., Galläpfel, Eichen- und Erlenrinde, mit Schmiedesinter kocht*), so giebt das Dekokt auf Wolle oder Leinwand eine schwarze oder schwarzbraune Farbe. Es können sich indeß in dem Sinter noch manche metallische Eisentheilchen befinden, welche diese Wirkung hervorbringen, indem der säuerliche Saft**) in den rohen oder frischen Rinden zur Entstehung dieser Tinktur etwas beitragen kann. — Die medicinischen Wirkungen, welche das Wasser erhalten soll, in welchem stark geglühetes Eisen oder Stahl oft abgelöscht oder gehärtet wird, scheinen anzudeuten, daß in dem Glühspan einige im Wasser auflösliche Theile enthalten sind. Es ist aber auch möglich, daß die salzigen Theile im Wasser die am wenigsten verkalkten Eisentheilchen auflösen.

Es ist eine bekannte Erscheinung, daß die schwarzen und glasigen Frischschlacken auf den Schlackenhaufen bei den Frischfeuern durch die Wirkungen der Luft und des Wassers nach und nach mit einem gelben Ocker oder Rost

*) Also doch nicht reines Wasser.
**) Die Gallussäure und der Gerbestoff.

Rost bedeckt werden, woraus ebenfalls zu folgen scheint, daß das Wasser bei einem Zutritt der Luft, einige auflösende Wirkungen auf die Schlacken zeigt, und daß sich noch etwas metallisches Eisen in denselben befindet. Eben so ist es auch bekannt, daß sich die Schlacken, welche man zur Ausfüllung der Wasserdämme anwendet, mit der Zeit zusammen sintern und gleichsam versteinern, besonders wenn sie zerstoßen und mit Sandgrus vermengt werden. Noch auffallender wird die Auflösung der Eisenschlacken im Wasser und das Zusammensintern derselben, wenn man sie mit Wasser vermengt, worin etwas Kochsalz oder Alaun aufgelöst ist, worüber ich schon im Jahre 1766, bei Beantwortung der von der Königl. Akad. der Wissenschaften aufgeworfenen Frage: Wie man gute Ziegeln ohne Brennen verfertigen könne? meine Versuche mitgetheilt habe. Reines Wasser thut dieselbe Wirkung, nur ist dazu längere Zeit erforderlich*).

2) Verhalten gegen den Essig.

Die Pflanzensäuren scheinen eine stärkere Wirkung auf die Eisenkalke zu haben, als das reine Wasser, indem sie Tinkturen geben, welche nicht selten in der Medicin angewendet werden. So giebt z. B. der Crocus martis oder der Schmiedesinter, mit dem dritten Theil Weinstein im Wasser gekocht, die sogenannte Tinctura martis tactarisata**). — Mit destillirtem oder koncentrirtem Essig läßt sich aus dem Glühspan oder aus dem Hammerschlag ebenfalls eine rothe Tinktur ausziehen; indeß ist dieser schwarze, dem Magnet noch folgbare Hammerschlag, von metallischen Theilen nicht frei, sondern er enthält noch einen Antheil von Phlogiston

*) Diese Wirkungen entstehen allerdings, wie Hr. R. auch sehr richtig bemerkt, durch das Rosten der in der Schlacke zufällig enthaltenen metallischen Eisentheilchen.

**) Diese Tinktur wird indeß gewöhnlich aus gleichen Theilen Eisenvitriol und Weinsteinrahm vereitet.

ston. Wenn man das Eisen oder den Eisenkalk dagegen so lange im offenen Feuer kalcinirt, bis der Magnet keine Wirkung mehr auf den Kalk äußert, so können die Pflanzensäuren ebenfalls keine Tinktur mehr ausziehen. Die Bereitung der Tinkturen aus den Eisenkalken zum medicinischen Gebrauch scheint mir auch sehr wenig belohnend zu seyn, weil man auf einem kürzeren Wege durch die Auflösung des Eisens oder des Feilspans dazu gelangen kann. Dagegen ist es für den Metallurgen sehr nützlich, zu wissen, daß sich das stark kalcinirte Eisen im Essig nicht auflöset, weil er sich dieses Mittels bedienen kann, um das Eisen von anderen Metallen, die im kalkförmigen Zustande in den vegetabilischen Säuren mehr oder weniger auflöslich sind, abzuscheiden.

3) Verhalten gegen die Salpetersäure.

Auf den stark kalcinirten Eisenkalk äußert die Salpetersäure wenig Wirkung. Die Heftigkeit, mit welcher diese Säure das reguliniſche Eisen angreift, rührt folglich von ihrer Neigung zu dem Brennbaren her, welches sich im Eisenkalk nicht findet. — Weniger stark kalcinirter Eisenkalk oder Glühspan, den der Magnet noch anzog, ward in der Kälte ebenfalls nicht von der Salpetersäure angegriffen, in einer starken Digerirwärme löste sich aber ein kleiner Theil davon auf, und gab eine gelblich grüne Auflösung, woraus das fixe Alkali einen gelben und Blutlauge einen bläulich grünen Kalk niederschlug *). Von der Frischschlacke, sowohl von der **Rohschlacke** als auch von der **Gaarschlacke**, löste sich ein Theil beim Digeriren in der Wärme im Scheide-

*) Nach den Erfahrungen des Hn. Bucholz löst sich das schwarze, unvollkommene Eisenoxyd nur sehr schwer in Salpetersäure auf, und erfordert ein anhaltendes Sieden mit einer großen Menge mäßig koncentrirter Säure. Das vollkommene, rothe Oxyd läßt sich aber durch Sieden mit mäßig koncentrirter Salpetersäure in ziemlicher Menge auflösen; verdünnte Salpetersäure äußert indeß keine merkliche Wirkung (Journ. f. Chemie u. Phys. B. III. S. 715 u. f.)

Scheidewasser auf und erstarrte in der Kälte zu einer Gallerte. Dies war vorzüglich bei der Rohschlacke der Fall, welches den großen Gehalt derselben an Kohlenasche und an anderen verschlackbaren Stoffen, die im Roheisen enthalten seyn müssen, beweist.

4) Verhalten gegen Salzsäure und Königswasser.

Der schwarze Eisenkalk löst sich nur sehr schwer in Königswasser auf, durch Kochen mit demselben erhält er indeß eine gelbbraune Farbe und Alkali schlägt aus der Auflösung einen röthlichbraunen Ocker nieder. — Auch in schwacher Salzsäure löst sich jener Kalk in der Kälte nicht recht auf, die Säure wird dadurch aber doch gelb gefärbt. Als ich einige kleine Stücken reines Eisen mit in den Kolben hinein that, und diesen in eine Digestionswärme brachte, löste sich der Kalk vollkommen auf, aber das Eisen ward kaum merklich angegriffen. Die Auflösung ward gehörig mit Wasser verdünnt und das Eisen mit Weinsteinsalz, welches im Weingeist gelegen hatte und dadurch phlogistisch gemacht worden war, niedergeschlagen. Als dieses Alkali, welches sich im Wasser ganz rein und klar aufgelöst hatte, zu jener Auflösung zugetröpfelt ward, gerann sie zu einem weißen Brei, der sich in einer Zeit von einer Minute grün färbte. Nach dem Filtriren nahm der Niederschlag auf dem Filtro nach und nach eine schöne brandgelbe Farbe an *), die nach dem Kalciniren und Trocknen sehr gut als Mahlerfarbe hätte gebraucht werden können. Als ich diese gelbe Farbe mit etwas Berlinerblau versetzte und das Gemenge mit ein wenig Essig anrieb, erhielt ich eine schöne luftbeständige mineralgrüne Farbe, die zu gröberen und feineren Malereien mit Leimwasser

*) Wahrscheinlich war der weiße Brei ein basisches salzsaures Eisenoxydul, welches durch zunehmende Oxydation ein Gemenge von Eisenoxyd und von basischem salzsauren Eisenoxyd darstellte, welches zuerst eine grüne Farbe hatte und nach dem Trocknen gelb ward.

Google

wasser oder mit Oelfirniß brauchbar war. — Galläpfeldekokt gab mit jenem gelben Ocker eine hochblaue Tinte, und diese Tinte mit Alkali eine schöne mordornorothe Farbe. Der Colcothar, oder der rothe Eisenkalk, der durch Kalciniren des grünen Vitriols entsteht, löst sich in der Kälte in Königswasser gar nicht auf, wohl aber in einer gelinden Wärme, und zwar so stark, daß nur der vierte Theil Königswasser, dem Gewicht nach, erforderlich ist. Die Auflösung erfolgt mit einem röthlichbraunen Aufschäumen, aber ohne Rauch *).

Um zu sehen, ob der Eisenkalk in der Schmelzhitze vom Kochsalz aufgelöst werden würde, nahm ich Hammerschlag, der bis zu einer violetten Farbe kalcinirt war, rieb ihn mit 6 mal so viel Kochsalz zusammen, brachte das Gemenge in einen Tiegel und ließ diesen so lange in einer starken Schmelzhitze stehen, bis das Salz eine röthliche Farbe angenommen hatte, worauf ich es ausgoß. Den größten Theil des Eisenkalkes fand ich als ein braunes Mehl wieder, das Salz hatte aber eine ziegelrothe Farbe, ward im Wasser aufgelöst und filtrirt. Das Salzwasser ging ganz klar und ungefärbt durchs Filtrum, auch fand ich gar kein Eisen von Bedeutung darin aufgelöst, sondern die rothe Farbe rührte bloß von einem feinen eingemengten Ocker her, der im Filtro mit brauner Farbe zurückblieb, und durch das Kalciniren eine schöne hochrothe, zu Emaille brauchbare Farbe gab.

Aus grauem Roheisen durch Kalcination bereiteter Eisenkalk löste sich beim Kochen mit Königswasser nur sehr wenig darin auf, und es setzte sich ein sehr feiner röthlich gefärbter Crocus ab; reines Eisen ward aber in Menge von dem Königswasser aufgelöst. Aus kalcinirtem Rost bereiteter Crocus löste sich ebenfalls in geringer

*) Enthielt der Colcothar vielleicht noch Schwefelsäure? Das basische schwefelsaure Eisenoxyd ist in Salzsäure bekanntlich fast ganz unauflöslich.

ringer Quantität auf; die Auflösung erhielt eine gelblich-grüne Farbe, und das Eisen ward daraus mit Blutlauge zu Berlinerblau niedergeschlagen. — Etwas stärker ward der mit Essig, ohne Kalcination erhaltene Crocus martis aperiens in Salzsäure aufgelöst, die Auflösung geschah aber ohne Aufbrausen.

5) Verhalten gegen Schwefelsäure.

Auf den stark kalcinirten Eisenkalk wirkte diese Säure nur schwach; durch Hülfe der Digestionswärme löste sich aber von dem Kalk in einer schwachen Vitriolsäure doch so viel auf, daß ich ein schönes Berlinerblau aus der Auflösung niederschlagen konnte. Gepulverte Gaarschlacke schien von der Vitriolsäure nicht angegriffen zu werden; nach einigen Tagen hatte sich die Säure aber aus dem nämlichen Grunde, der bei der Salpetersäure statt fand, in eine klare Gallerte verwandelt, indem die Schlacke, außer dem regulinischen Eisen, noch erdartige Theile und Kohlenasche enthielt, welche diese Gallerte bildeten. Mit der Zeit setzten sich nämlich reine, grüne Krystalle von Vitriol an, welche deutlich beweisen, daß sich etwas Eisen aufgelöst hatte. Der Rückstand, welcher sich nach wiederholtem Uebergießen mit Säure nicht auflösen wollte, bestand aus weißen durchsichtigen Körnern, die vor dem Blaserohr nicht schmolzen. Auch mit Borax entstand weder ein Aufschäumen noch eine Auflösung, sondern der Borax blieb ungefärbt. Mit fixem Alkali schäumte dieser Rückstand aber auf und ward vollkommen aufgelöst; er bestand daher aus Kieselerde, welche die Kohlenasche hergegeben hatte, und die mit etwas Kalkerde und Feldspathsand, der dem Roheisen zufällig anzuhängen pflegt, zusammen geschmolzen war, indem diese Mischung mit Säuren gewöhnlich gelatinirt. Die erhaltene Kieselerde betrug nach dem Trocknen 8 Procent, und der hellgraue Rückstand nach dem Aussüßen, der sich nicht weiter auflösen wollte,

wollte, 6 Procent. Durch die Tiegelprobe erhielt ich aus dieser Frischschlacke über 40 Procent stahlartiges Eisen. Daß die Schlacke auch Braunstein enthält, zeigen die gewöhnlichen Proben auf dem nassen und trocknen Wege.

6) Verhalten gegen Flußspathsäure.

Hr. Scheele hat schon in seinen Versuchen über den Flußspath und dessen Säure (Verhandl. der Schwed. Akad. der Wissenschaften 1771) gezeigt, daß sich der Eisenkalk darin auflöst. Die Auflösung hatte einen Alaungeschmack, ließ sich aber nicht zum Anschießen bringen; die Alkalien gaben indeß gerade solchen Niederschlag, als aus der ebenfalls nicht krystallisirbaren Auflösung des reinen Eisens in Flußspathsäure. Ich habe mich von der Richtigkeit dieses Verhaltens durch eigene Versuche überzeugt, und verweise auf die §§. 235, 236 in der achten Abtheilung, woselbst auch das Verhalten der Eisenkalke gegen andere Säuren angeführt ist.

§. 69. Von der Wirkung des Feuers auf die Härte des Eisens.

Kein Metall zeigt sich bei der Bearbeitung so hart, als das Eisen, keins erträgt aber auch eine so starke Hitze ehe es schmelzt, und keins wird durch das Glühen so weich als das Eisen. Gold, Silber und Kupfer besitzen im kalten Zustande mehrentheils einerlei Weichheit, weshalb man diese Metalle auch eben sowohl kalt als warm bearbeitet, und durch das Glühen während der Arbeit nur die durch das Hämmern eingebüßte Weichheit wieder herzustellen sucht. Das Eisen wird aber in der Wärme außerordentlich viel weicher als es in der Kälte ist, und diese Weichheit nimmt nach den Graden der Wärme vom Gefrier- bis zum Schmelzpunkt so zu, daß das Eisen zuletzt flüssig werden muß. Jeder kennt diese Eigenschaft und alle Schmiede wissen daraus Vor-

theile zu ziehen. In den ersten Graden über dem Gefrierpunkt läßt sich dieses Zunehmen der Weichheit zwar durch Instrumente nicht mit Bestimmtheit angeben; allein da bekanntlich alles Eisen und aller Stahl in starker Kälte ungewöhnlich spröde sind, so muß daraus auch ihre größere Härte in den niedrigeren Graden der Temperatur hervorgehen. Beim Feilen ist dies sehr merklich, weshalb die Feilschmiede ein Stück Eisen oder Stahl, welches sich seiner Größe wegen durch die Bearbeitung mit der Feile nicht erwärmt, nie in der Frostkälte feilen, sondern es vorher immer handwarm machen, weil auch die beste Feile in strenger Kälte sehr schnell verdorben wird. So wie die Temperatur zunimmt, leistet auch die Feile einen stärkeren Effekt, so daß die stumpfste Feile auf ein rothglühendes Eisen viel stärker als die schärfste Feile auf dasselbe Eisen in der Kälte wirkt. Beim Schmieden unter dem Hammer kann man indeß nicht eher eine Veränderung in der Weichheit des Eisens bemerken, als bis das Eisen zu glühen anfängt.

Um wie viel aber das Eisen in der Wärme eigentlich weicher ist, als in der Kälte, das ist, so viel ich weiß, bis jetzt noch nicht mit Genauigkeit ausgemittelt. Die Erfahrung lehrt, daß man in der Mitte einer starken, einige Ellen langen Eisenstange, welche auf beiden Enden aufliegt, im kalten Zustande 10 bis 20 Schiffpfunde aufhängen kann, ehe sie sich biegt; daß aber eben diese Stange im glühenden Zustand kaum so viel zu tragen vermag, als sie selbst wiegt, ohne sich zu biegen. — Die Grade der Weichheit sind eben so verschieden, als es unzählige Grade der Temperatur und verschiedene Arten von Eisen und Stahl giebt, indem die letzteren im glühenden Zustande gewöhnlich dieselben Eigenschaften der größeren oder geringeren Härte oder Weichheit behalten, welche sie in der Kälte hatten, so daß z. B. ein von Natur hartes Eisen oder Stahl, in der Glühhitze bei gleichen Graden der Temperatur nicht

so weich wird, als die weicheren Eisenarten. — Diese ungleichartige Beschaffenheit des Metalles und die in jedem Augenblick verschiedenen Grade der Glühhitze machen auch alle Versuche, die Grade der Weichheit zu messen, ungewiß, vorzüglich weil sich die Grade der Hitze durch gar keine Thermometer angeben lassen. Eine geübte Hand unterscheidet aber jene Grade unter dem Hammer mit ziemlicher Genauigkeit.

Das **kaltbrüchige** Eisen aus Wiesenerzen ist nach meinen Versuchen in starker Glühhitze am allerweichsten. Es läßt sich in diesem Zustande in jede beliebige Gestalt bringen, so lange es nur auf das Ausrecken, oder auf das Ausdehnen nach der Richtung der Länge und Breite ankommt; soll es aber aufgestampft, gedreht, gewunden oder viel gebogen werden, so hält es auch in der Hitze nicht sehr aus. — Das **kurzsehnige** oder **kurzadrige** und etwas weniger spröde Eisen ist hiernächst das weichste, und eben so auch das sehr zähe, langsehnige oder langadrige, und zugleich gutartige Eisen. — **Rothbrüchiges** Eisen ist in diesem Grade der Hitze nicht so weich, und verhält sich fast eben so, als unser bestes, festes Eisen von Roslagen oder Dannemora. — Der Stahl bleibt in der Glühhitze noch härter, so daß ein geübter Schmidt unter dem Hammer den Unterschied zwischen einem weicheren und härteren Stahl mit ziemlicher Genauigkeit unterscheidet. Man vergleiche hiermit, was ich über die Geschmeidigkeit des Eisens im Allgemeinen weiter unten (§. 82) gesagt habe.

§. 70. Bemerkungen über die Wirkungen der Kälte auf das geschmeidige Eisen.

In der Kälte ist das Eisen, wie ich eben angeführt habe, nicht allein härter als in der Wärme, sondern es zeigt dann auch mehr Sprödigkeit oder eine geringere Geschmeidigkeit, so daß eine Eisenstange, welche in der Sommerwärme ein starkes Werfen und Biegen aushalten

ten kann, bei einer starken Kälte, besonders wenn sie stark und dick ist, oft durch das geringste Biegen oder durch einen einzigen Schlag zerbricht. Dies ist eine so allgemein bekannte Erfahrung, daß sie nicht erst durch besondere Versuche bestätigt werden darf. Es ist übrigens eine merkwürdige Erscheinung, daß schon die Kälte allein ein geschmeidiges Metall ungeschmeidig machen kann, und daß das Eisen nur in relativer Rücksicht, nämlich bei einem gewissen Grade der Wärme, geschmeidig ist, fast so wie die neueren Versuche dargethan haben, daß sich das Quecksilber nur durch die Wärme in einem flüssigen Zustande befindet, und daß es bei dem geringsten Grad der Wärme, oder in der allerstärksten Kälte, ebenfalls ein geschmeidiges Halbmetall ist. Woher es eigentlich kommt, daß das Eisen in der Kälte spröde, das Quecksilber aber geschmeidig wird, oder wodurch ihre Bestandtheile eine so ganz entgegengesetzte Veränderung erleiden, läßt sich nicht erklären. Ließe sich das alte Principium mercuriale erweisen, so könnte man sich auf die Abwesenheit des Mercurius im Eisen berufen, und davon die Ursache ableiten, weshalb es in einem gewissen Grad der Kälte spröde ist und eine so überaus große Hitze erfordert, um so flüssig zu werden als der Mercurius. Vielleicht ließe sich aber die Ursache mit mehrerem Erfolg aus dem Brennbaren erklären, welches eben so wie das Pech oder eine andere harzartige Substanz die Eigenschaft besitzt, in der Wärme zähe und in der Kälte spröde zu seyn. Die eigentliche Ursache würde man dadurch aber doch nicht aufgefunden haben. Eben dies findet auch bei den Annahmen von einer Säure, einer Erde, oder einer Feuermaterie im Eisen statt, welche Untersuchungen wir den Gelehrten überlassen wollen, die sich ein großes Verdienst erwerben würden, wenn sie darüber einige Aufschlüsse verschaffen könnten. Man würde sich alsdann mehrere Erscheinungen besser erklären können, z. B.

die größere Sprödigkeit des kaltbrüchigen Eisens in der Kälte und seine größere Weichheit in der Hitze u. s. f.

Dem Eisenarbeiter genügt es, wenn er die Eigenschaften des Eisens kennt und sie gehörig anzuwenden versteht; wenn er weiß, daß alle Eisenarten eben so wenig gleich weich in der Glühhitze sind, als sie in der Kälte gleiche Grade der Sprödigkeit besitzen, und daß alles Eisen in der Kälte spröder als in der Wärme ist. Verständigen Frischarbeitern ist es nicht unbekannt, daß man den Stabhammer im Winter nicht eher anlassen darf, als bis man den Hammer sowohl als den Ambos mit glühenden Kohlen, oder mit einem glühend gemachten Stück Eisen erwärmt hat, weil sonst entweder der Hammer oder der Ambos zerspringen würde. — Beim Schmieden der Klingen, Sägeblätter, Sensen, Uhrfedern und aller solcher Arbeiten, besonders der Stahlarbeiten, welche zuletzt viel kalt gehämmert werden müssen, hat man sich sehr dafür zu hüten, daß man dies Hämmern nicht auf einem eiskalten Ambos oder bei strenger Kälte verrichtet, weil der Stahl gewöhnlich ausspringt und feine Zähne bekommt, wodurch die Arbeit verdorben wird. Eben so würde man auch beim Härten des Stahls im strengen Winter, in einem ungeheizten Raum und in eiskaltem Wasser, bei dünnen Federn und Schneiden Hartrisse, wodurch die Werkzeuge unbrauchbar werden, nicht vermeiden können. Zur Abwendung oder wenigstens zur Verminderung des Uebels muß man dem Stahl in diesen Fällen eine um so geringere Härtewärme geben, je kälter das Wasser ist; auch muß man die Arbeit gleich nach dem Härten in warmen Kohlenstaub oder in eine andere gelinde Wärme bringen, damit die kalte Luft nicht darauf wirken kann. Es treten indeß Fälle ein, wo auch diese Vorsicht nichts helfen kann, und es ist daher am sichersten, das Härten in einer etwas erwärmten Luft vorzunehmen.

Ich

Ich habe Messerschmiede gekannt, denen diese Wirkung der Kälte unbekannt war, und welche sich die Ursache der Entstehung der ihnen so nachtheiligen Hartrisse nicht erklären konnten. Gröbere Werkzeuge, die eine größere Härte erfordern, z. B. Stampfen, Bergbohrer, Hämmer u. s. f., lassen sich im kalten Wasser am besten härten und erleiden dadurch nicht die Nachtheile der feineren Arbeiten. Bei gewöhnlichem und weichem Stahl ist diese Vorsicht ebenfalls nicht so nöthig. Aus dieser Wirkung der Kälte geht auch hervor, daß man die Prüfung der Spannkraft der feinen Stahlarbeiten durch das Biegen, im Winter oder bei einer strengen Kälte nicht vornehmen darf, weil dann viele Arbeiten brechen würden, welche in der gewöhnlichen Wärme die Probe vollkommen aushalten. Eine Stahlfeder oder eine Klinge, die sich in der Winterkälte eben so stark als im Sommer, ohne zu springen, oder lahm zu werden, biegen läßt, muß aus einem ganz vorzüglichen Stoff und von einem ausgezeichneten Meister gearbeitet seyn. Eben so muß man auch das für das beste Eisen anerkennen, welches sich in der Kälte hin und her biegen läßt, ohne zu brechen.

Bei dieser Gelegenheit ließe sich zwar die Frage beantworten: Ob das Eisen, wie Hr. v. Büffon behauptet, durch schnelles Abkühlen im Wasser an seiner inneren Güte leidet? Weil ich aber im §. 75, bei der Wirkung des Feuers auf die Zähigkeit des Eisens, wieder auf diesen Gegenstand zurückkomme, so will ich hier nur bemerken, daß ein gleichförmig gutes, weiches und zähes Eisen durch das Ablöschen im Wasser keinesweges spröde und nur sehr wenig härter wird, daß aber stahlartiges oder mit Stahladern durchzogenes Eisen durch das Ablöschen in demselben Grade mehr Härte und Sprödigkeit erhält, als es sich dem härtesten Stahl nähert; ferner, daß diese Veränderung nur so lange dauert, bis das Eisen von neuem wieder gewärmt und geschmie-

geschmiedet wird, indem es alsdann denselben Grad der Weichheit wieder erhält, den es vor dem Ablöschen hatte; daß das Eisen für das beste gehalten werden muß, welches nach dem Härten oder Ablöschen im Wasser überall gleich weich ist, und bei welchem sich durch die Feile keine härteren Stellen auffinden lassen; daß das spröde, kaltbrüchige Eisen durch das Härten zwar eben so wie der Stahl spröder, aber nicht bedeutend härter wird, und mehrere dergleichen Thatsachen, wovon sich die Beweise an mehreren Stellen dieser Abhandlung finden.

§. 71. Welche Veränderungen das Eisen durch das Feuer erleidet.

Ich habe eben bemerklich gemacht, daß die Weichheit des Eisens durch das Glühen befördert wird, und muß jetzt zeigen, wie die Beschaffenheit des Eisens durch die Wirkung des Feuers verändert, oder wie das harte Eisen so umgeändert werden kann, daß es auch nach dem Erkalten eine Art von Weichheit behält. Es ist zwar eine alte Erfahrung, daß das Eisen nach dem Glühen weicher wird, allein es ist doch belehrend, die näheren Umstände dabei kennen zu lernen. — Ich will die oben angezeigten Veränderungen, welche die verschiedenen Grade der Wärme oder des Feuers auf das Eisen hervorbringen, zuerst kurz wiederholen. Die erste merkbare Wirkung der Wärme in einem gewissen Grade der Temperatur besteht in der Ausdehnung oder in der Vergrößerung des Volumens des Metalles. Von diesem Augenblick an verliert das Metall auch erweislich etwas von seiner Härte und von der damit in Verbindung stehenden Elasticität oder Spannkraft, welches die zweite Wirkung des Feuers ist, die aber nicht eher deutlich bemerkbar wird, als bis die Oberfläche mit Farben zu spielen, oder anzulaufen anfängt. Nun tritt die dritte Periode oder der dritte Grad der Wir-

Wirkung, nämlich das **Glühen** ein, wobei das Eisen im Finstern zu leuchten, sich unter dem Zutritt der Luft zu zersetzen, sein Phlogiston und seine magnetische Kraft und mit ihnen alle seine Spannkraft zu verlieren anfängt, welche Wirkungen in der vierten Periode, in welcher sich das Weichwerden des Eisens einfindet, immer mehr und mehr zunehmen, bis endlich die fünfte oder die letzte und höchste Periode, nämlich die des **Schmelzens**, eintritt. Hier haben wir es nur mit der vierten Periode, oder mit der Wirkung des Feuers auf das Eisen, um es weicher zu machen, zu thun.

Daß sich die Wirkung des Feuers von der Oberfläche nach dem Mittelpunkt erstreckt, habe ich schon oben (§. 58, 3) gezeigt, und es wird hiezu auch wohl keines weiteren Beweises bedürfen, weil sich die Wirkung außerhalb befindet und die Veränderungen daher erst auf der Oberfläche ihren Anfang nehmen müssen. Hr. v. Reaumur hat in seiner Abhandlung über die Verwandlung des Eisens in Stahl, durch Beschreibungen und Abbildungen des Bruchs der zerbrochenen Stäbe zu zeigen gesucht, wie diese Veränderungen zuerst äußerlich ihren Anfang nehmen, und bis zum Mittelpunkt fortschreiten. Derselbe Schriftsteller hat auch mit vieler Ausführlichkeit aus dem Bruchansehen dargethan, wie ein Stück hartes Eisen, vorzüglich Roheisen, durch starkes Glühen nach und nach wieder zu weichem Eisen werden kann, worüber man die fünfte Abtheilung seines Werkes: l'art d'adoucir le fer fondu, nachsehen kann. Ich will hier meine eigenen Versuche, vorzüglich mit dem geschmeidigen Eisen und mit dem Stahl mittheilen, und meine Erfahrungen über das Roheisen bei einer anderen Gelegenheit anführen. Wenn man sich durch das Bruchansehen augenscheinlich überzeugen will, in welcher Folgeordnung das Feuer auf die innere Beschaffenheit des Eisens wirkt, so kann man dazu am besten ein Stück Stahl anwenden, der

einen

einen überall gleichförmig körnigen Bruch hat, worauf sich alle Abwechselungen, welche der Veränderung der Eigenschaften vorhergehen, am deutlichsten bemerken lassen. Wird das Eisen eben so lange einer gleich starken Hitze ausgesetzt, so erleidet es zwar dieselben Veränderungen, aber sie lassen sich nicht immer so deutlich bemerken.

Folgende Versuche werden einen nähern Aufschluß geben. Die unten genannten Probestücken wurden mit einem röthlich braunen Eisenkalk, den ich durch die Kalcination des Roheisens erhalten hatte, in einen hessischen Tiegel gebracht, der Tiegel ward mit Ziegelmehl bedeckt, in einen Windofen gesetzt, und 4 Stunden lang in einem zum Stahlbrennen erforderlichen Hitzgrad erhalten. Nach dem Erkalten zeigte sich Folgendes:

1) **Englischer Gußstahl.** Das Stück hatte $\frac{2}{8}$ Zoll im Quadrat, war vorher hart, und hatte einen feinen Bruch von gleichem Korn; nach dem Glühen und Härten im Wasser ließ es sich aber nur mit Mühe zerschlagen. Auf dem frischen Bruch hatte sich:

a. Aeußerlich eine ganz harte und dichte Schlakkenhaut von der Dicke eines Kartenblattes angesetzt, welche im Bruch glänzend war.

b. Unter der Schlackenhaut war die Oberfläche silberrein und weiß.

c. Zunächst bei der Schlackenhaut war der Stahl, bis $\frac{1}{32}$ Zoll stark, in sehniges, hellgraues, weiches Eisen verwandelt, welches nach und nach immer körniger, glimmriger und mehr blaugrau ward, je mehr es sich

d. dem Mittelpunkt, der wie gewöhnlicher Stahl, hart, feinkörnig und matt war, näherte. Ohne Härtung war das Stück ganz weich und zähe, so daß es sich kalt zu einem Blech ausdehnen ließ, ohne Kantenrisse zu bekommen.

Schon aus diesem einzigen Versuch geht deutlich hervor, daß der Stahl diese Veränderung nur dadurch

erleidet, daß sein brennbarer und flüchtiger Bestandtheil, oder das Phlogiston, durch die Wirkung des Feuers oder der Hitze verflüchtiget wird. Diese Verflüchtigung muß äußerlich am stärksten geschehen, und stufenweise nach dem Mittelpunkt zu, der noch aus wirklichem Stahl bestand, immer mehr und mehr abnehmen. Die Schlackenhaut, welche der Wirkung der Hitze am mehrsten ausgesetzt war, hatte so viel Phlogiston verloren, daß sie gar nicht mehr geschmeidig war. Die darunter befindliche Eisenader oder Eisenhaut hatte weniger Brennbares, und nur gerade so viel abgegeben, als zur völligen Geschmeidigkeit erforderlich ist; die inneren Theile endlich hatten noch so viel überflüssiges Phlogiston behalten, daß man sie fast für einen eben so guten Stahl, als vor der Anstellung des Versuchs, halten konnte.

2) **Blasenstahl, oder ungereckter Brennstahl,** aus weichem und kurzsehnigem Eisen bereitet; spröde und hart, mit aufgelaufenen Blasen, wie gewöhnlicher Brennstahl. Er erhielt in der Hitze ebenfalls eine scharfe, harte Schlackenhaut, und unter derselben eine blanke, weiße Oberfläche; auch war er $\frac{1}{32}$ Zoll tief zu weichem und sehnigem Eisen geworden, indeß hatte er nach dem Mittelpunkt zu, seine stahlartige Beschaffenheit, die sich durch das Härten zu erkennen gab, behalten. Im ungehärteten Zustande ließ er sich aber sowohl kalt als warm recht gut schmieden, obgleich er vorher sehr spröde war.

3) **Derselbe Stahl** (2), zu einem $\frac{1}{8}$zölligen Quadratstabe ausgereckt, war fast durch und durch in Eisen verwandelt und ließ sich kalt zu einem dünnen Blech ausrecken, ohne Risse zu bekommen. Durch das Glühen und Ablöschen im Wasser nahm er keine Härte an; aber beim Durchschlagen schien in der Mitte doch noch eine Stahlader zu liegen.

4) **Ganz harter Brennstahl,** von Fernahütte; er war noch dünner, nämlich nur $\frac{1}{16}$ Zoll stark, und ward

ward durch das Glühen durch und durch in weiches Eisen verwandelt, welches durch das Ablöschen im Wasser nach dem Glühen im Bruch körnig und glimmrig geworden zu seyn schien. Es hatte durchaus keine Härte, sondern verhielt sich als reines, ganz dichtes Eisen, welches sich kalt und warm schmieden ließ.

5) **Zähes oder geschmiedetes Eisen**, von $\frac{1}{16}$ Zoll Stärke, ward ungewöhnlich zähe, weich und dicht, hatte ebenfalls eine Schlackenrinde angesetzt, unter welcher die Oberfläche ganz blank zum Vorschein kam. Es ließ sich kalt zu einem dünnen Blech ausdehnen, ohne Risse zu erhalten.

6) **Kaltbrüchiges Eisen**, in Gestalt eines $\frac{1}{8}$zölligen Quadratstabes. Durch das Glühen schien es zwar etwas weicher geworden zu seyn, allein beim Schmieden und Durchschlagen zeigte es sich eben so spröde und grobkörnig als vorher.

Aus diesen Versuchen sieht man, daß die Hitze das Eisen nach und nach weicher macht, oder den Stahl in Eisen verwandelt, und daß die Verwandlung des Stahls in Eisen, oder das Weichwerden des härteren Eisens nur darin besteht, daß das Feuer einen Theil des Brennbaren oder des phlogistischen Wesens austreibt. Bei dem Hitzgrad, den ich zu diesen Versuchen anwendete, konnte sich die Wirkung aber nicht bis zum Mittelpunkt eines $\frac{3}{8}$zölligen Quadratstabes erstrecken; dagegen ward bei einer Dicke von $\frac{1}{32}$ Zoll eine ganz vollkommene Weichheit bewirkt, weil sich der Stahl, der $\frac{1}{16}$ Zoll dick war, schon durchgängig in Eisen verwandelt hatte. Auf den gebrannten aber ungegerbten Blasenstahl, der offenbar mehr Phlogiston als der abermals geglühete und ausgeschmiedete Stahl enthalten muß, war die Wirkung des Feuers um so geringer, je mehr Phlogiston derselbe entbehren konnte. Eben so ward auch das spröde Metall, welches vorher dem Roheisen gleich und sich kalt nicht schmieden ließ, in ein vollkommen geschmei-

schmeidiges Metall umgeändert. Aus dem sechsten Versuch endlich geht hervor, daß das kaltbrüchige Eisen durch diese Behandlung nicht verbessert wird, und daß seine Sprödigkeit von dem überflüssigen Phlogiston allein nicht herrühren kann.

Die Zeit, welche das Feuer nöthig hat, um ein Stück Eisen oder Stahl durchgängig weicher zu machen, scheint von eben den Gesetzen abzuhängen, welche ich oben (§§. 55, 58) beim Verbrennen angeführt habe; die Wirkung wird nämlich immer schwächer und der Zeitaufwand immer größer, je mehr sich die Hitze dem Mittelpunkt nähert, und je gleichförmiger das Eisen mit Glühspan bedeckt bleibt. Ueber die ferneren Wirkungen des Feuers auf die **Weichheit** und **Zähigkeit** des Eisens geben die §§. 72, 75 Auskunft, und in der Abhandlung vom Roheisen (10. Abtheilung) werden wir sehen, wie das Feuer die Eigenschaften des Roheisens verändern kann.

§. 72. Ob das Feuer allein die Weichheit des Eisens befördern kann.

Aus dem Umstand, daß das erhitzte Eisen und der Stahl bei jenen Versuchen den Wirkungen des Feuers nicht unmittelbar ausgesetzt, sondern daß sie in Eisenkalk eingelegt waren, könnte man vielleicht auf die Vermuthung gerathen, daß der Eisenkalk zur Weichheit oder Geschmeidigkeit mehr beigetragen habe, als das Feuer selbst. Diese Vermuthung ist um so verzeihlicher, als die große Anziehung des stark gebrannten Eisenkalks zum Phlogiston durch viele Versuche erwiesen ist, und es daher wohl möglich seyn kann, daß der Eisenkalk jenes brennbare Wesen aus dem Stahl anzieht, sobald es sich durch die Wirkungen des Feuers verflüchtiget. Ich will auch zugeben, daß der Eisenkalk wirklich etwas dazu beigetragen hat, besonders wenn man erwägt, daß der Glühspan, den man auf diese Weise

in

in den verschlossenen Gefäßen erhält, härter, dichter und fester, folglich in einem geringeren Grade kalcinirt ist, als im offenen Feuer. Weil die Eisenkalke das zu ihrer Reduction erforderliche Phlogiston aber schon aus dem Feuer selbst anziehen können, so müssen alle die oben gedachten Veränderungen auch dann zum Vorschein kommen, wenn das Eisen oder der Stahl nicht in Eisenkalken eingelegt war.

Allen Eisen- und Stahlarbeitern ist es bekannt, daß die geschmiedete Waare durch das Glühen weicher wird, und deshalb bemühen sie sich auch diese weiche Oberfläche hervorzubringen, um sich die Arbeit beim Feilen, Graviren u. s. f. zu erleichtern. Sie lassen deshalb ihre Arbeit gewöhnlich zwischen gelinde glühenden Kohlen, am liebsten zwischen guten Tannenkohlen, ohne Gebläse langsam aufglühen, bis sie lichtroth geworden ist, und dann auch eben so langsam wieder von selbst erkalten, wobei das Feuer mit Ziegelsteinen umlegt und bedeckt wird, um den Zutritt der freien Luft, wodurch ein stärkeres Brennen und eine schnellere Erkaltung, folglich eine geringere Weichheit bewirkt werden würde, so viel als möglich zu verhüten. — Die Laufschmiede machen ihre Läufe gewöhnlich durch Holzflamme glühend, indem sie die Läufe in einen brennenden Holzhaufen stecken und ihn langsam niederbrennen lassen, damit Flamme und Kohlen gleichzeitig ein gleichförmiges Erglühen hervorbringen können. Die Laufschmiede, oder eigentlich die Garniseurs glauben, daß dies Verfahren besser sey als das bloße Glühen zwischen Kohlen, welches aber ein bloßes Vorurtheil zu seyn scheint. Die Weichheit, welche das Eisen hierdurch erhält, ist für die Feile zwar sehr merklich; weil ein solches ein- oder zweistündiges gelindes Glühen aber nur so tief eindringt, daß die erzeugte weiche Haut durch ein einmaliges Feilen wieder weggenommen wird, so muß man das Glühen mehrere male wiederholen, wenn man

man tief zu feilen hat. Wie man den Wirkungen des Feuers zur Beförderung der Weichheit durch andere Mittel, oder durch Zusätze zu Hülfe kommen kann, werde ich in den folgenden Paragraphen zeigen. Hier bemerke ich nur noch, daß das Glühen im offenen Feuer einen lockeren und leicht abfallenden Glühspan giebt, weshalb es dem Glühen in verschlossenen Gefäßen und mit solchen Zusätzen, die einen harten und fest anhängenden Glühspan geben, welcher ohne die Feilen zu verderben, oder ohne kaltes Hämmern, nicht abspringt, vorzuziehen ist; denn obgleich die Oberfläche des Eisens unter solchem Glühspan weicher ist, so giebt es doch wenig Arbeiten, die das Hämmern statt des Feilens vertragen können.

Weil das Eisen durch das Austreiben von einem Theil Phlogiston weicher wird, so muß man diesen Zweck am besten in einem Ofen erreichen können, der einem Probirofen ähnlich ist, in welchem sich nämlich ein Raum befindet, der durch Holz oder durch Kohlen so erhitzt wird, daß man das Glühen bis zu jedem beliebigen Grad fortsetzen kann, indem die Luft durch die Züge des Ofens einen freien Zutritt zum Brennmaterial erhält. Das flüchtige Wesen muß dadurch, wie alle Kalcinationen beweisen, am stärksten verdunsten, so wie die Metalle auch auf diese Art am schnellsten zerstört oder verbrannt werden. — Bei einem angestellten Versuch habe ich die Richtigkeit dieser Vermuthung bestätiget gefunden, indem das Eisen und der Stahl im Probirofen schnell weich wurden und einen sehr lockeren Glühspan ansetzten, der sich sehr leicht abschlagen ließ. Weil aber aus den oben (§. 57) angeführten Versuchen einleuchtet, daß das Verbrennen und die Verdunstung des Phlogiston so stark vor sich gehen, daß auch das weichste Eisen durch solche Kalcination seine Geschmeidigkeit verlor, und statt eines sehnigen Bruches einen körnigen erhielt, so wie ferner, daß das Eisen nur durch

ein abermaliges Glühen zwischen Kohlen und durch das Ausschmieden oder Ausrecken seine vorige Zähigkeit wieder erlangen konnte; so folgt daraus nothwendig, daß die Weichheit nur durch den Verlust einer gewissen Quantität Phlogiston zu erlangen ist, daß sie aber durch einen zu großen Verlust wieder verschwindet *). Es scheint daß der Glühspan zur Beförderung der Weichheit entweder dadurch beiträgt, daß er die zu starke Verdampfung des Phlogiston gleichsam wie ein Futteral verhindert, oder auch dadurch, daß er absorbirend wirkt, wie vorhin (§. 71) von dem Eisenkalk angeführt worden ist. Diese Schlüsse geben zu der Vermuthung Anlaß, daß sich die Weichheit des Eisens nicht ohne eine gleichzeitige Erzeugung von Glühspan, oder ohne eine anfangende Verbrennung, bewirken läßt, oder daß die Weichheit eben sowohl von der Entstehung des Glühspans, als von der Wirkung des Feuers abhängt.

Um dies genauer zu erforschen, brachte ich mehrere vorher abgewogene Eisen- und Stahlarten in einen ganz lose zugedeckten Tiegel und machte sie in einem Windofen glühend. Nach einem einstündigen Glühen in lichtrother Hitze öffnete ich den Deckel des Tiegels, und

*) Nach den Vorstellungen, welche man damals von der Ursache der größeren oder geringeren Weichheit des Eisens hatte, mußten sich die Erscheinungen, welche sich beim Glühen des Eisens unter verschiedenen Umständen äußerten, sehr schwer erklären lassen. Nachdem aber die neuere Theorie gezeigt hat, daß das harte, stahlartige Eisen seine Härte wahrscheinlich vom Kohlenstoff erhält, und daß das spröde, schlecht gefrischte, so wie auch das verbrannte und bei der Arbeit überhitzte Eisen, ohne Zweifel durch den Sauerstoffgehalt die Härte und Sprödigkeit erhält, kann es gar nicht mehr auffallend seyn, daß die entgegengesetzte Behandlungsart oft gleiche Wirkungen hervorbringt, und daß jenes Eisen durch das Glühen im offenen Feuer und zwischen Eisenkalken weicher wird, wogegen dieses zwischen Kohlen geglühet werden muß, indem es im offenen Feuer unfehlbar noch spröder werden würde. In beiden Fällen entsteht Glühspan, der als die Wirkung, aber nicht als die Ursache des Geschmeidig- oder Weichwerdens des Eisens anzusehen ist. Es versteht sich von selbst, daß das harte, stahlartige Eisen sowohl, als jedes andere untadelhafte weiche, geschmeidige Eisen durch zu lange anhaltende trockene Hitze wieder hart werden kann.

und fand, daß glühende Kohlen und Gestübbe hinein gefallen waren, weshalb ich den Deckel wieder auflegte und mit dem Feuren 2 Stunden lang fortfuhr, wobei die Hitze so stark war, daß ein darneben liegendes Stück Roheisen zu schmelzen anfing. Ich ließ den Tiegel nun allmählig im Windofen erkalten, und nahm die hineingelegten Stücken heraus, die alle $\frac{1}{2}$ Zoll breit und $\frac{1}{8}$ Zoll stark waren, übrigens aber folgende Beschaffenheit hatten.

1) **Feiner Brennstahl** hatte nicht viel über 1 Procent am Gewicht verloren. Aeußerlich konnte man gar keinen Glühspan bemerken und es zeigten sich nur zwei aufgelaufene große Blasen, die aus einer dünnen Eisenhaut bestanden, welche man unter den Blasen selbst vom Stahl abtrennen konnte; an den Enden saß die Haut aber fest. Der Stahl war ganz weich geworden. Beim Ausschmieden in der Rothglühhitze und beim Ablöschen im Wasser, erhielt er nicht die geringste Härte, sondern war durch und durch zum weichsten Eisen geworden, welches ganz dicht und zähe und durchaus nicht stahlartig war.

2) **Gegerbter Schmalkaldner Stahl**, hatte kaum $\frac{1}{2}$ Procent verloren, und gar keinen Glühspan von Bedeutung angesetzt. Beim Ausschmieden in der Rothglühhitze und beim Ablöschen im kalten Wasser, bekam er nicht die geringste Härte, sondern ließ sich kalt feilen, hämmern und mehrere male wie das weichste Eisen hin und her biegen, ehe er brach. Der Bruch war sehnig wie gewöhnliches Eisen.

3) **Kaltbrüchiges Eisen** hatte durchaus dasselbe Gewicht behalten und war weder schwerer noch leichter geworden. Auf der Oberfläche zeigten sich viele aufgelaufene große Blasen von einer dünnen Eisenhaut, die ich mit einer Messerspitze öffnete und welche sich überall vom Eisen ablösen ließen. Die Haut war biegsam wie Papier, ganz zähe und weich. Das Stück Eisen verhielt

hielt sich gegen die Feile weich, war aber übrigens eben so kaltbrüchig als vorher, ließ sich kalt nicht schmieden, sondern bekam Brüche, und hatte auf dem Bruch grobe glänzende Augen oder Körner.

4) Zähes hartes Eisen von Roslagen hatte ebenfalls sein Gewicht behalten, auch war die Oberfläche mit Blasen aufgelaufen, welche aus einer weichen Haut bestanden, die sich an einigen Stellen fest am Eisen ansetzten und bei wiederholtem Glühen im freien Feuer zu Glühspan verbrannten. Das Eisen war eben so wie vorher im kalten und warmen Zustande geschmeidig.

Die Entstehung dieser aus einer feinen Eisenhaut bestehenden Blasen auf der Oberfläche des Eisens, ist eine ganz eigene Erscheinung, welche wohl darin ihren Grund haben muß, daß sich der Glühspan, mit welchem die Oberfläche beim ersten Glühen bedeckt ward, durch das Phlogiston der hineingefallenen Kohle bei einem so starken Hitzgrade zu reinem und geschmeidigem Eisen reducirt hatte. Hiernächst ist besonders das Verhalten des kaltbrüchigen Eisens merkwürdig, indem der daraus entstandene Glühspan bloß durch die Reduction in ein im höchsten Grade weiches und geschmeidiges Eisen verwandelt ward, welches gehörigen Orts näher untersucht werden soll, und dem praktischen Hüttenmann Winke zu großen Aufschlüssen darbietet. — Die Verwandlung der Stahlarten in Eisen durch ein bloßes starkes Glühen, ohne alle Zusätze und ohne die Entstehung von Glühspan, scheint übrigens zu beweisen, daß die Weichheit und Geschmeidigkeit des Eisens durch die Wirkung des Feuers allein hervorgebracht und befördert werden kann, und daß der Glühspan im offenen Feuer zwar nothwendig entstehen muß, daß er aber zum Weichwerden des Eisens auf keine andere Art als dadurch mitwirkt, daß er das zu schnelle Verdampfen des Phlogiston einigermaßen verhindert, oder dadurch, daß die unter demselben befindliche Oberfläche erweicht wird,

der

der innere Kern aber noch einen gewissen Grad von Härte behält.

Wenn man hiermit die oben angeführten Versuche (§. 57, 5—9) besonders diejenigen vergleicht, bei denen Eisen und Stahl zwölf Tage lang einer mittelmäßigen lichtrothen Glühhitze in einem ebenfalls verschlossenen Gefäß ausgesetzt wurden, so wird man das Verhalten sehr ungleich finden. Es hatte sich dabei nämlich ein starker und harter Glühspan festgesetzt, auch war ein Gewichtsverlust von 20 bis 30 Procent entstanden. Zunächst dem Glühspan war die Oberfläche freilich etwas weicher geworden, auch hatte sich eine dünne Roheisenschale in weiches Eisen verwandelt; allein der Stahl wollte sich doch in diesem Hitzgrad nicht umwandeln, sondern blieb ein eben so harter Stahl als er vorher gewesen war. — Es geht hieraus, wie mir scheint, hervor, daß die Wirkungen bei den letzteren Versuchen vorzüglich der stärkeren weißwarmen Schmelzhitze zugeschrieben werden müssen; daß ein schwächerer Hitzgrad in längerer Zeit eben die Wirkungen hervorzubringen vermag, welche bei einer stärkeren Hitze in einer viel kürzeren Zeit geschehen; daß eine schwache Hitze das Verbrennen beschleuniget, und daß das beste Mittel zur Beförderung der Weichheit des Eisens, bei Vermeidung eines großen Abbrandes, darin besteht, daß man das Glühen schnell, in verschlossenen Gefäßen, in starker Hitze und mit einem Zusatz von etwas Kohlenstaub verrichtet. — Man muß hierbei aber nicht vergessen, daß gerade die entgegengesetzte Wirkung erfolgt, wenn die Hitze zu stark ist, oder wenn sie zu lange anhält; das Eisen wird dann nämlich härter, oder es verwandelt sich, wie wir weiter unten sehen werden, in Stahl. Man wird sich daher auch mit Recht wundern, warum der Stahl bei dem zuletzt angeführten Versuch durch den hineingefallenen Kohlenstaub nicht seine stahlartige Natur beibehielt, oder warum das hineingelegte Eisen

dadurch

dadurch nicht in Stahl verwandelt ward, weil dies doch die gewöhnliche Wirkung des Brennbaren ist; die Ursache scheint aber theils daran gelegen zu haben, daß die Hitze nicht lange genug anhielt, theils auch daß die in eine geschmeidige Eisenhaut verwandelte Schlackenhaut oder der Glühspan durch seine Reduction das Phlogiston der Kohle aufgehalten und es verhindert hat, in das Eisen einzudringen, etwa auf eben die Art, wie ein dünnes Eisenblech den Durchgang der magnetischen Materie verhindern und die anziehende Kraft gegen ein unter diesem Blech liegendes Eisen abhalten kann.

Es ergeben sich indeß aus diesen Versuchen mehrere für die Schmiede sehr nützliche Bemerkungen, nämlich:

a. Daß sich die Härte des Stahls durch das Glühen in einem angemessenen Hitzgrade bedeutend vermindern läßt, welches bei einem zu harten und zu spröden Stahl in den Fällen sehr nützlich seyn kann, wenn man mehr Stärke als Härte verlangt.

b. Daß man den Stahl, weil er bei einem jedesmaligen Glühen etwas von seiner Härte verliert, in den Fällen, wenn er die Härte behalten soll, so schnell als möglich bis zu dem erforderlichen Hitzgrad glühen, und diesen Hitzgrad sowohl beim Schmieden als auch beim Härten genau beobachten muß. Außerdem muß man aber auch nicht unterlassen, diejenigen Mittel anzuwenden, welche zur Verminderung des Abbrennens abzwecken, wovon ich in §. 59 eins und das andere angeführt habe.

c. Daß sich die Schriftsteller irren, welche behaupten, daß der Stahl durch öfteres Glühen und Ablöschen oder Härten im Wasser (man mag ein Härtewasser anwenden welches man will) härter wird, wovon ich an einem andern Ort (§. 277, 7) ausführlicher reden werde.

d. Daß das, was bei dieser Gelegenheit durch das Feuer aus dem Eisen und Stahl ausgetrieben wird, Phlo-

Phlogiston ist, scheint aus diesen Versuchen ebenfalls hervorzugehen, weil der in den ersten Graden des Glühens entstandene Glühspan nur durch das aus den hineingefallenen Kohlen erhaltene Brennbare reducirt werden konnte. — Mehreres hierher Gehöriges wird weiter unten (§. 75) bei der Wirkung des Feuers auf die Zähigkeit des Eisens vorkommen.

§. 73. Von den Mitteln, welche zur Weichheit des Eisens beitragen.

Da wir eben gesehen haben, daß das Glühen oder die Wirkungen des Feuers schon allein hinreichen, die Weichheit des Eisens zu befördern, so scheint es überflüssig, sich noch nach Zusätzen umzusehen. Es wäre aber wohl möglich, daß es Mittel giebt, durch deren Anwendung die Arbeit noch mehr erleichtert wird, sey es durch Erreichung eines noch höhern Grades der Weichheit, oder durch Ersparung an Zeit und durch Verminderung des Abbrandes, und deshalb wird diese Untersuchung, wenn sie auch an sich nicht belohnend seyn sollte, doch immer zu einigen Aufschlüssen Anlaß geben. Ich will daher zuerst untersuchen, ob es äußere Mittel giebt, durch welche weiches Eisen noch weicher werden kann, obgleich ich gerne gestehe, daß die zweckmäßige Behandlung im Frischheerde, wovon ich an einem andern Ort reden werde, das zweckmäßigste Mittel ist, dem Eisen Weichheit mitzutheilen.

Für viele feine Schmiedewaaren, die kalt viel gefeilt, gravirt, ciselirt, ausgetrieben, gesägt und mit dem Grabstichel oder Meißel bearbeitet werden müssen, ist es äußerst wichtig, das Eisen und den Stahl bis zum höchsten Grad der Weichheit, dessen sie nur fähig sind, zu bringen. Es scheint, als wenn diese Kunst in alten Zeiten bekannt gewesen seyn muß, indem damals die ciselirte und erhabene Arbeit, die Bilder, das Laubwerk und allerlei Figuren in Eisen gebräuchlicher waren

als

als jetzt. Ohne Zweifel bestand die Kunst der Alten aber darin, daß sie zu solchen Arbeiten das weichste Eisen aussuchten, welches sie durch die einfacheren aber unvollkommenen Schmelzprocesse in den Rennwerksheerden, Bauerösen, Osemundschmieden, welche man jetzt verworfen hat, leichter bekommen konnten. — In den deutschen Kunstbüchern findet man sehr häufig allerlei Vorschriften, wie man Eisen und Stahl so weich als Kupfer und Blei machen kann; es ist nur zu bedauren, daß sie alle nichts taugen. So geben z. B. Einige den Rath, durch Kochen oder durch Destillation des Kümmels, Storchschnabels, der Saxifraga, des Hauslauchs, mehrerer Schwämme, u. s. f. ein Wasser zu bereiten, das Eisen und den Stahl mehrere male zu glühen und dann in solchem Wasser abzulöschen. Daß aber ein so zubereitetes Wasser nicht wirksamer als reines Wasser seyn kann, läßt sich aus der flüchtigen Eigenschaft der Bestandtheile jener Kräuter leicht schließen, so wie sich auch abnehmen läßt, daß das Eisen durch das Ablöschen nur noch härter werden muß, welches der Absicht gerade zuwider ist. Andere Vorschriften, das Eisen mit allerlei salzartigen und verbrennlichen Substanzen zu glühen, stimmen größtentheils mit den beim Stahlbrennen in Vorschlag gebrachten Mitteln überein, und können zur Weichheit durchaus nichts beitragen.

Ich habe an mehreren Orten dieser Abhandlung Gelegenheit gehabt, zu zeigen, daß das Eisen am weichsten ist, wenn es ohne seine Geschmeidigkeit oder seine metallischen Eigenschaften zu verlieren möglichst wenig Brennbares enthält, und daß es durch nichts härter wird, als wenn das Phlogiston bis zu einem gewissen Grad Ueberhand nimmt. Eben so habe ich auch in dem vorigen Paragraph gezeigt, daß die Weichheit des Eisens durch die Wirkungen der Hitze ganz vorzüglich befördert wird, daß diese Wirkungen durch das Austreiben

ben eines Theils des flüchtigen Bestandtheils hervorgebracht werden und daß dieses Flüchtige erweislich nichts anders als das Phlogiston oder das Brennbare seyn kann. — Es scheint also hieraus hervorzugehen, daß alle die Weichheit des Eisens befördernde Zusätze sehr wenig oder gar kein Phlogiston enthalten, aber sehr geneigt seyn müssen es an sich zu ziehen; daß sie in dem erforderlichen Hitzgrade aushalten müssen, ohne sich zu verändern, welches eine ebenfalls sehr wesentliche Bedingung ist, und endlich, daß sie das Verbrennen des Metalls nicht befördern, sondern vielmehr verhindern müssen. Zu diesen Eigenschaften kann man noch hinzufügen, daß man die Mittel leicht muß erhalten können, und daß sie nicht kostbar seyn dürfen, wenn ihre Anwendung vortheilhaft seyn soll. Im Allgemeinen sind hierzu alle die oben (§§. 59, 60) angeführten Mittel, welche das Eisen gegen das Verbrennen schüzzen, ohne es jedoch in Stahl zu verwandeln, anwendbar.

Aus mehreren Stellen dieser Abhandlung (§. 65, h.) geht hervor, daß einige Säuren oder Salze die Weichheit des Eisens ebenfalls befördern, und daher würde man den beabsichtigten Zweck auch durch solche Substanzen, welche dergleichen Säuren enthalten, erreichen können. So lange man aber die Eigenschaften, welche diese Säuren haben müssen, noch nicht kennt, und so lange es noch andere Körper giebt, die man statt ihrer anwenden kann, ist es besser; jene säurehaltigen Körper nur allenfalls versuchsweise anzuwenden, um nicht ihre schädlichen Wirkungen zu erfahren.

Die Anwendung der Körper, welche das Eisen weicher machen sollen, kann auf zweifache Art geschehen; die Eisenwaare muß nämlich entweder mit ihnen umgeben, und in einem feuerfesten Gefäß, welches nachher in einer gehörigen Hitze glühend gemacht wird, eingepackt werden; oder sie wird mit einem dünnen Ueberzug

berzug von diesen Körpern, der weder abfließen noch abfallen darf, bekleidet. Durch das letzte Mittel spart man an Zeit und Kosten, weil man dabei keine Glühgefäße nöthig hat. — Hr. v. Reaumur hat sich (l'art d'adoucir le fer) eine unglaubliche Mühe gegeben, die zweckmäßigsten Mittel aufzufinden, dem Roheisen in der Glühhitze die Weichheit des geschmeidigen Eisens, wenigstens auf der Oberfläche, (um diese mit der Feile, mit dem Meißel oder mit dem Grabstichel bearbeiten zu können) zu ertheilen, und diese Versuche sind mit so vielen Körpern vorgenommen worden, daß nur noch wenige übrig zu seyn scheinen, welche eine genauere Untersuchung verdienen. Ohne Zweifel müssen die Körper, welche das Roheisen weich machen, das geschmeidige Eisen in einen noch viel weicheren Zustand versetzen. Was das Roheisen betrifft, so werde ich darauf weiter unten wieder zurückkommen; hier, bei der Auseinandersetzung der Eigenschaften des geschmiedeten Eisens, scheint es mir aber nicht überflüssig zu seyn, meine eigenen Versuche über die Beförderung der Geschmeidigkeit des Eisens anzuführen; und ich bemerke nur noch, daß ich mich dazu theils cylindrischer Tiegel, theils viereckiger Kasten von feuerfestem Thon, bedient habe, in welche das Eisen mit den angewendeten Stoffen eingepackt ward.

I. Geschmiedetes Eisen in Schmiedesinter cementirt.

Zu den Substanzen, die das beim Glühen des Eisens entweichende Brennbare anziehen, gehören auch solche metallische Kalke, welche den Grad der Hitze, der zum Weichmachen des Eisens erforderlich ist, ohne sich zu verändern oder zu schmelzen, aushalten können. Unter diesen ist der Kalk des Eisens selbst, oder der durch langsames Brennen entstandene Crocus, um so brauchbarer, weil er mit dem Glühspan, den das Eisen beim

beim Glühen im offenen Feuer ansetzt und dessen Entstehung durch die Anwendung solcher Zusätze vermieden werden soll, ein und dasselbe Wesen ist. Daher hat Hr. v. Reaumur diesen Kalk auch als ein ganz vorzügliches Mittel zur Beförderung der Weichheit empfohlen. Der schon oben (§. 71) angeführte Versuch, wobei das Eisen mit diesem Kalk geglühet ward, zeigt, daß er der Wirkung des Feuers wenigstens nicht hinderlich war, außerdem hatte er aber auch noch zur Verminderung des Glühspans beigetragen. Weil die Hitze, worin der Versuch angestellt ward, so groß war, daß aller Crocus zu einer schwarzen Schlacke verbrannte, so war es kein Wunder, daß sich das Eisen verschlackte, obgleich es gewiß weniger am Gewicht verlor, als wenn es der Wirkung des Feuers ohne Bedeckung ausgesetzt gewesen wäre. Dennoch ist es aber wohl möglich, daß der durch die bloße Kalcination des Eisens erhaltene Kalk, den Grad der Hitze, welcher durchaus erfordert wird, wenn das Eisen hinlänglich weich werden soll, nicht auszuhalten vermag. — Andere Arten von Eisenkalk, Colcothar u. s. f., welche durch Auflösung in Säuren, oder durch ätzende Mittel erhalten werden, behalten immer etwas Salziges oder auch etwas Säure, und vermehren daher den Abbrand beim Glühen. — Daß der spröde, ungegerbte Brennstahl bei diesem Versuch so weich ward, daß man ihn kalt hämmern konnte, ohne Risse zu erhalten, ist der Wirkung des Eisenkalkes allein nicht zuzuschreiben, weil ich bei einem anderen Versuch fand, daß derselbe Brennstahl durch das bloße Glühen im freien Feuer zwischen Kohlen, denselben Grad der Weichheit erlangte.

Unter andern habe ich auch mit dem Schmiedesinter oder mit dem Glühspan, der beim Schmieden des Eisens in den Kleinschmieden abfällt, Versuche angestellt. Ich legte ein genau abgewogenes Stück weiches Eisen mit solchem fein geriebenen Sinter in einen Kasten,

sten, den ich anderthalb Stunden lang einer gleichförmigen Glühhitze, aber ohne Gebläse, aussetzte. Das Eisen blieb weich und der angesetzte Glühspan ließ sich leicht abschlagen, allein es verlor $5\frac{1}{2}$ Procent am Gewicht, wogegen ein gleich großes Stück von demselben Eisen, demselben Grad der Hitze eben so lange ausgesetzt, nur $4\frac{1}{2}$ Procent, 1 Procent weniger am Gewicht verlor. Daraus ergiebt sich also, daß der Schmiedesinter das Verbrennen des Eisens in diesem Hitzgrade mehr befördert als verhindert, indem er durch seine Anziehung zum Phlogiston (obgleich er dessen keinesweges ganz beraubt ist) und durch sein Bestreben sich zu reduciren, das Verbrennen des Eisens, welches mit ihm geglühet wird, beschleuniget.

II. **In Wiesenerzen.** Unter die Substanzen, welche man sehr leicht erhalten kann, und die in Rücksicht ihrer Eigenschaften den Eisenkalken sehr gleich kommen, gehören die Wiesenerze, weshalb ich einen Versuch mit Smäländischen Wiesenerzen anstellte, und sie dazu theils geröstet (wodurch sie eine dunkelbraune Farbe erhielten und stark vom Magnet gezogen wurden) theils ungeröstet und blos gepulvert und fein durchgesiebt, anwendete. — Mit diesem gerösteten und ungerösteten Erzpulver wurden zwei genau abgewogene Stücken von einem groben Eisendrath in zwei gleich große Kasten gelegt, und einer gleichförmigen gleich starken Glühhitze, jedoch ohne das Feuer durch Gebläse anzufachen, um die Wiesenerze nicht zu verschlacken, welches in starker Hitze sehr leicht geschieht, ausgesetzt. Nach einem anderthalbstündigen weißwarmen Glühen, wurden beide Proben im Wasser abgelöscht, und dabei fand sich der Drath, welcher in den gebrannten Wiesenerzen gelegen hatte, mit einem schwarzen rahmigen Glühspan überzogen, der aber beim Biegen leicht abfiel, und den Drath mit einer weißen, blanken Oberfläche, und außerdem ganz weich und zähe wieder gab. Dieser Drath

hatte

hatte aber 8 Procent am Gewicht verloren, statt daß ein im bloßen Feuer geglühetes Stück Drath von gleicher Größe nur einen Gewichtsverlust von 6 Procent erlitt. — Die zweite Drathprobe in den ungerösteten Wiesenerzen war auch schwarz geworden und hatte gleichsam ein geätztes Ansehen erhalten, allein die Oberfläche desselben kam nach dem Abschlagen des Glühspans mit keiner blankeu Oberfläche zum Vorschein. Er hatte nur 4 Procent am Gewicht verloren, war aber nicht so weich, sondern zum Theil gar stahlartig geworden, welches wohl von dem Brennbaren in den Wiesenerzen herrühren mogte, wodurch sich auch der geringere Abbrand erklärt. Durch die Destillation in starker Hitze, gab dies Wiesenerz zuerst eine stinkende Luftart, und dann 25 Procent trübes Wasser, welches all e Metalle aus den Auflösungen in Säuren niederschlug und außer flüchtigem Alkali auch noch eine übelriechende Fettigkeit enthielt *). Es hatte sich auch etwas flüchtiges Alkali in der Vorlage sublimirt, wodurch das Erz zusammen etwas über 28 Procent verlor, schwarz geworden war und in der Tiegelprobe 50 Procent Eisen gab. (§. 65, k.) Die Wiesenerze leisten daher noch schlechtere Dienste als der Crocus, weil sie geröstet den Abbrand vermehren und ungeröstet das Eisen nicht weicher machen.

III. **In Zinkkalk, Zinn- und Kupferasche.** Unter den übrigen Metallkalken stellte ich vorzüglich mit Zinkkalk od r mit Zinkblumen, ferner mit Zinn- und Kupferasche Versuche an, und fand, daß das Eisen dadurch zwar gegen den Abbrand geschützt ward, daß es aber dafür etwas Stahlartiges oder etwas Härte erhielt, wovon ich weiter unten (§. 265, 20) ausführlicher reden werde. — Es ist merkwürdig, daß die Zinkblumen, obgleich sie sich in der gewöhnlichen Stahlbrenn-

*) Wahrscheinlich enthielt das Wasser Gallussäure. Das reine Wiesenerz besteht übrigens nach Klaproth (Beiträge ꝛc. B. IV. S. 117) aus 66,00 schwarzem Eisenoxyd, 1,50 Manganoxyd, 8,00 Phosphorsäure und 23,00 Wasser.

brennhitze aus einem verklebten Tiegel gänzlich verflüchtigen, das hineingelegte Eisen doch ohne allen Glühspan, mit einer grauen metallischen Farbe und mit reiner Oberfläche zurücklassen, indem das Eisen in dem leeren Tiegel bleibt, und sich, vermuthlich durch das wenige Phlogiston der Zinkblumen in feinen Stahl verwandelt. Stahl ward durch den Zinkkalk nicht verändert, das Roheisen war aber theils zu geschmeidigem Eisen, theils zu Stahl geworden *).

IV. In Knochenasche. Hr. v. Reaumur hatte gefunden, daß die stark gebrannte weiße Knochenasche unter den Erdarten vorzüglich zu empfehlen sey, um das Roheisen weich zu machen, und deshalb versuchte ich, sie auch bei dem geschmiedeten Eisen anzuwenden. Die Tiegel, worin das Eisen mit der Knochenasche gelegt ward, wurden verklebt, und theils in einen Stahlofen gebracht, worin sie 10 bis 12 Tage lang in der Stahlofenhitze blieben, theils in einem Windofen einer starken Schmelzhitze ausgesetzt. Das gewöhnliche Stabeisen in dünnen Zainen von $\frac{1}{2}$ Zoll Breite und $\frac{1}{8}$ Zoll Stärke, war im Stahlofen bedeutend weicher und zäher geworden, und hatte auch nicht viel Glühspan angesetzt, sondern nur 2 bis 3 Procent am Gewicht verloren. Vorzüglich war das rothbrüchige Eisen dadurch um vieles besser geworden. Das kaltbrüchige Eisen verhielt sich zwar weicher gegen die Feile, allein unter dem Hammer blieb es noch eben so spröde, so daß es sich kalt durchaus nicht hämmern und biegen ließ, ohne zu brechen; eben so wenig hatte sich auch sein grobes schimmerndes Korn geän-

*) Der Zinkkalk ist bekanntlich höchst feuerbeständig und muß sich daher bei den angeführten Versuchen durch den Kohlenstoff des Eisens reducirt und in metallischer Gestalt verflüchtiget haben. Daraus folgt aber, daß das Eisen mehr hart, als eigentlich stahlartig werden mußte und daß überhaupt bei diesen vergleichenden Versuchen mit Stabeisen, Stahl und Roheisen, ein Umstand vom Hn. R. unbeachtet geblieben seyn muß, weil der Stahl sonst noch auffallendere Veränderungen als das Stabeisen erlitten und sich in geschmeidiges Eisen verwandelt haben würde.

geändert. — Brennstahl und Schmelzstahl, vorzüglich der erstere, hatten sich auf der Oberfläche in weiches und geschmeidiges Eisen verwandelt. Die kleinen Stäbchen hatten die vorhin genannten Dimensionen; der größte Theil war aber doch noch Stahl geblieben und die Eisenrinde hatte nach der verschiedenen Beschaffenheit des Stahls, nach seiner Dicke und nach dem angewendeten Hitzgrade eine ungleiche Stärke. — Bei den Aducirungsversuchen des Eisens und Stahls in Knochenasche, zeigten sich folgende Erscheinungen.

a. Wenn das Glühen in einem Windofen oder im offenen Feuer vorgenommen ward, traten die vorhin bemerkten Erscheinungen immer ein; ward der verklebte Tiegel aber in die Kiste eines Stahlofens, zwischen das übrige zum Stahlcementiren eingelegte Eisen, mit Kohlenstaub umgeben, eingesetzt, so ereignete es sich zuweilen, daß der in Knochenasche eingelegte Stahl eben so wenig eine eisenartige Oberfläche erhielt, als das Eisen weicher geworden war. Dies muß unstreitig daher kommen, weil etwas Brennbares Gelegenheit fand sich mit dem Stahl zu verbinden, wodurch has Weichwerden verhindert ward.

b. Wenn das Eisen durch die Knochenasche wirklich weicher geworden war, hatte sie sich immer an der Oberfläche mehr oder weniger mit einer größtentheils braunen Farbe festgesetzt, zum Beweise, daß sie das Brennbare und zugleich den Glühspan der beim Glühen entstanden war, aufgenommen hatte, und deshalb mußte das Eisen und der Stahl in solchen Fällen stets etwas durch den Abbrand verlieren. Wenn das Eisen und der Stahl eine blanke Oberfläche behalten hatten und wenn die Knochenasche ungefärbt bliebe, hatte das Metall auch keine größere Weichheit angenommen und auch nichts von seinem Gewicht verloren.

c. Beim Brennen im Stahlofen erhielt die Knochenasche immer eine graue Farbe, und mußte daher

von

dem sie umgebenden Kohlenstaub etwas Brennbares angezogen haben. Im Windofen blieb die Knochenasche dagegen immer weiß und färbte sich nur in der Nähe des Eisens braun *).

V. **Knochenasche mit $\frac{1}{20}$ Kohlenstaub, mit Kieselpulver und mit Quecksilbersublimat.** Nach Hn. v. **Reaumur** soll ein Gemenge von Knochenasche mit $\frac{1}{20}$ Kohlenstaub das Abbrennen verhindern, und zugleich das Weichwerden beförden, weshalb ich einen Tiegel zur Hälfte mit diesem Gemenge und zur Hälfte mit reiner Knochenasche anfüllte, und einige kleine Stücken von Eisen und Stahl hineinlegte. Nach einem zehntägigen Glühen im Stahlofen ergab sich, daß die Stahlstäbchen, welche unten im Tiegel in dem Gemenge gelegen hatten, in Rücksicht ihrer Härte gar nicht verändert waren, wogegen die in reiner Knochenasche eingelegten Stücken eine bedeutende Eisenhaut erhalten hatten. Eben so waren auch die Eisenstäbchen in dem Gemenge mehr stahlartig als weich geworden, so daß es in den Fällen, in welchen man das Eisen weich machen will, nicht anwendbar ist. — Auch andere Zusätze gewähren keinen Nutzen als höchstens den, daß man die Knochenasche durch sie erspart. So leistete z. B. der Zusatz von der Hälfte Kieselpulver dieselben Dienste als die Knochenasche allein **). Unter den Zusätzen, welche die Weichheit befördern sollen, hat man vor-

*) Wahrscheinlich ist die Hitze im Stahlofen nicht so groß gewesen, daß der Kohlenstoff des Stahls verbrennen konnte, welches aber im Windofen der Fall war, weshalb sich die Knochenasche in der Nähe des Stahls zu verkohlen anfing. Daß der Kohlenstaub im Stahlofen der Decarbonisation des Stahls hinderlich war, ist ebenfalls nicht unwahrscheinlich, und wir durch den folgenden Versuch bestätiget.

**) Alle diese Zusätze, so wie die mehrsten folgenden konnten nur dazu dienen, die atmosphärische Luft von dem glühenden Stahl abzuhalten. Die Veränderungen welche der Stahl oder das Eisen, durch das Glühen mit diesen Substanzen erlitten, sind daher dieselben, welche durch das Glühen in einem gegen den Zutritt der Luft völlig geschützten Raum ebenfalls zum Vorschein gekommen seyn würden.

vorzüglich den ätzenden Sublimat empfohlen. Um mich von seiner Wirkung zu überzeugen, setzte ich etwas Leimwasser zu, strich ihn dann auf Eisen und Stahl, legte die überstrichenen Stücken in Knochenasche und setzte den Tiegel in den Stahlofen. Das geschmeidige Eisen war dadurch zwar etwas weicher und der Stahl äußerlich in Eisen verwandelt worden, indeß war die Wirkung nicht bedeutender als von Knochenasche allein, und der Abbrand dagegen beträchtlich größer, welches sich von dieser ätzenden Substanz auch wohl erwarten ließ. Ich begreife daher nicht, wie Hr. v. Reaumur diese Salbe als ein die Weichheit des Eisens beförderndes Mittel empfehlen kann.

VI. **In Knochenasche in starker Hitze.** Um die Wirkungen der verschiedenen Hitzgrade zu erfahren, legte ich ein $\frac{1}{2}$ Zoll breites und schwach $\frac{1}{8}$ Zoll dickes Stück geschmeidiges Eisen von 376 Pfund Probirgewicht, und ein eben solches Stück Stahl von 306 Pfund Probirgewicht in einen hessischen Tiegel und drückte reine Knochenasche recht fest um beide Stücken. Der Tiegel ward in einen Windofen gestellt, die Hitze nach und nach bis zum höchsten Grad der Schmelzhitze, worin Stahl schmelzen konnte, verstärkt, und drei Stunden lang damit angehalten. Nach dem Erkalten erschien die Knochenasche ganz weiß, um das Eisen war sie aber zusammengesintert und bildete ein braun gefärbtes Futteral, welches sich nur mit Mühe abtrennen ließ. Das Eisen wog 369 Pfund und schien ganz rein von metallischer Farbe zu seyn; bei genauerer Untersuchung zeigte sich aber, daß die Oberfläche aus einer aschgrauen weichen Haut bestand, welche ein in dieser starken Hitze reducirter Glühspan war, der sich von dem reinen Eisenkorn abtrennen ließ, welches nun 358 Pfund wog, folglich 5 Procent am Gewicht verloren hatte und sich unter dem Hammer und gegen die Feile ganz ungewöhnlich weich verhielt. — Vom Stahl war die Knochenasche eben-

ebenfalls braun gefärbt worden, jedoch nicht so sehr als vom Eisen, auch fiel sie leichter ab. Der Stahl selbst hatte keine solche aschgraue Haut wie das Eisen erhalten; am Gewicht hatte er drei Procent verloren, und beim Ausschmieden und Ablöschen im Wasser ergab sich, daß er seine ganze stahlartige Natur verloren hatte, indem er keine Härte mehr annahm, sondern zu dem feinsten, zähesten Eisen, welches man nur wünschen kann, geworden war. — Ein Stück Eisen von derselben Größe, welches am Fuße des Tiegels im freien Feuer gelegen hatte, war verbrannt und zu einer schwarzen Schlacke geschmolzen.

Ich kann bei dieser Gelegenheit eines in anderer Rücksicht merkwürdigen Umstandes zu erwähnen nicht unterlassen. Der Tiegel, dessen ich mich zu diesem Versuch bediente, war vorher zum Roheisenschmelzen mit einem Zusatz von reinem Krystallglas gebraucht worden und hatte sich inwendig mit einer bouteillengrünen Glashaut überzogen. Dieser Glasüberzug hatte in der starken Hitze Knochenasche angezogen und mit ihr eine dicke Rinde oder ein Futteral um die innere Knochenasche gebildet, welche letztere sich zusammengezogen und von den Wänden des Tiegels abgelöst hatte und blos von der eben genannten Rinde umschlossen ward. Die Rinde selbst war durchscheinend, wie ächtes Porcelan, und hatte eine schöne mineralgrüne Farbe.

VII. **In Knochenasche in mäßiger Hitze. Auch in Kieselpulver.** Nachdem ich mit der Knochenasche in der Stahlofenhitze und in der stärksten Schmelzhitze Versuche angestellt hatte, wollte ich auch die Wirkung derselben auf das Eisen in mäßiger Hitze untersuchen. Ich wog zu dem Ende ein Stück Eisendrath No. 10 genau ab, brachte es mit Knochenasche in ein feuerfestes Gefäß und hielt es anderthalb Stunden lang in einer gleichförmigen lichtrothen Glühhitze, worauf ich es im Wasser ablöschte und bemerkte, daß es einen

einen dünnen Glühspan angesetzt auch 4 Procent Abgang erlitten hatte. Uebrigens schien dieser Drath nicht weicher geworden zu seyn als ein anderes Stück Drath, welches ich im offenen Feuer geglühet hatte, nur daß dieses durch den Glühspan 6 Procent, also 2 Procent mehr als in der Knochenasche, verloren hatte.

Eben so legte ich einige abgewogene Stücken von Eisen und Stahl in ein fein gemalenes Pulver von reinen Kieselsteinen, wie es die Töpfer zur Grundlage ihrer Glasur gebrauchen und setzte sie darin 3 Stunden lang einem Hitzgrad aus, wie er etwa zum Kupferschmelzen erfordert wird. Nach dem Erkalten fand sich das Kieselmehl noch in pulverartiger Gestalt und hatte nahe am Eisen eine röthliche Rostfarbe angenommen, welche Farbe auch den Eisen- und Stahlstücken anzuhängen schien, ohne daß sich indeß Glühspan von Bedeutung angesetzt hätte. Das Eisen hatte $3\frac{1}{2}$ Procent am Gewicht verloren und war ganz weich geworden. Das Gewicht des Stahls hatte sich dagegen kaum um 3 Procent vermindert; er ließ sich auch mit der Feile bearbeiten, allein die Oberfläche war nur allein zu Eisen geworden, welches in der Knochenasche gewöhnlich der Fall zu seyn pflegt.

VIII. **In Kieselpulver in schwachem Feuer.** Ein Stück Eisendrath No. 10 ward in Kieselpulver von der eben angeführten Beschaffenheit gelegt und einer anderthalbstündigen gelinden Hitze im bloßen Kohlenfeuer ohne Gebläse ausgesetzt. Der Drath hatte gar keinen Glühspan von Bedeutung angesetzt, sondern war nur mit einer dünnen, rothen oder rostfarbenen Haut überzogen, die beim geringsten Biegen leicht abfiel; übrigens war er ganz weich und zähe geworden und hatte nur 1 Procent Abbrand, also $\frac{2}{3}$ weniger als in der Knochenasche, in derselben Zeit und in gleicher Hitze erlitten.

IX. **Im rohen und gebrannten Kalk in verschiedenen Hitzgraden.** Wenn absorbirende feuer-

feste Stoffe zur Beförderung der Weichheit des Eisens beizutragen im Stande sind, so muß man mit Kalk oder mit kalkartigen Erdarten den Anfang machen, weil die Wolfeilheit derselben, bei der Anwendung im Großen einigen Vortheil versprechen würde. Aus diesem Grunde habe ich mit allen Kalkarten in verschiedenen Hitzgraden Versuche angestellt.

a. Eisendrath No. 10, der 195 Pfund Probirgewicht wog, ward in einem runden Tiegel mit gewöhnlichem grauem Kalk eingesetzt und drei Stunden lang zwischen Kohlen, aber ohne Gebläse, geglühet. Nach dem Erkalten fand ich den Kalk vermöge einer dünnen Glühspanhaut am Drath festsitzend; er fiel indeß beim Biegen leicht ab und der Drath erschien nun ganz rein, blank, weich und zähe; er wog 176 Pfund und hatte also 19 Pfund oder gegen 10 Procent verloren.

b. Ich brachte ferner kleine Stahl- und Eisenzaine mit feinem, weißem aus Tropfstein gebrannten Kalk zusammen in einen Tiegel, und setzte diesen in einem Zugofen, der mit Steinkohlen gefeuert ward, einer etwas stärkeren, weißwarmen Glühhitze aus. Weder das Eisen noch der Stahl hatten durch das Brennen Glühspan von Bedeutung angesetzt, der Kalk war aber in ihrer Nähe als eine braungefärbte Rinde zusammengebacken, welche den entstandenen Glühspan wahrscheinlich angezogen hatte. Das Eisen war ungewöhnlich weich, hatte aber 8 Procent am Gewicht verloren. Auch der Stahl verhielt sich ganz weich, hatte sich außerhalb in Eisen verwandelt und nahm keine Härtung an. Beim Durchschlagen zeigte sich, daß die Eisenhaut nur so dick war als ein zusammengelegtes Kartenblatt und übrigens war er unverändert geblieben. Am Gewicht hatte der Stahl $6\frac{1}{2}$ Procent, also weniger als das Eisen verloren.

c. Einer noch stärkeren und langsameren Glühhitze, nämlich einer 11tägigen, beim Stahlbrennen gewöhn-

wöhnlich statt findenden Hitze im Stahlofen, wurden mehrere Arten von Brennstahl und von Gerbestahl oder Schmelzstahl, nachdem ich sie vorher in dichten feuerfesten Gefäßen mit weißem gothländischem Kalk eingepackt hatte, in der sicheren Vermuthung ausgesetzt, daß sie zu Eisen werden würden; allein ich fand, daß sie alle gar nicht viel von ihrer stahlartigen Natur verloren hatten, sondern eben so hart als vorher geblieben waren, den Brennstahl ausgenommen, der zwar weniger hart, aber doch übrigens ohne Eisenhaut zum Vorschein kam.

d. In einem noch ausgezeichneteren Grade zeigte sich dieselbe Wirkung in eben derselben Stahlcementirhitze; bei der Anwendung von rohem ungebranntem Kalkstein, so daß der Brennstahl dadurch eher härter und spröder ward, als er vorher war*). Das Eisen war zu hartem Stahl geworden, hatte sich mit einer wasserbleiartigen Haut überzogen, und war so spröde, daß es sich in der Kälte, ohne Risse zu bekommen nicht hämmern ließ. Fast eben so war das Verhalten in gebranntem, aber ungelöschtem Kalk, so daß diese Substanzen also nicht allein keine Aducirmittel sind, sondern das Eisen sogar in Stahl verwandeln, wobei es zugleich einen Gewichtsabgang erleidet, der von der schwefelartigen Beschaffenheit des Kalkes herzurühren scheint**).

e. Um

*) Man erinnere sich hierbei der Versuche von Clouet, der durch das Schmelzen eiserner Nägel mit Kreide und Glaspulver Gußstahl erhielt. Hier sowohl als bei den von Hn. R. angeführten Versuchen konnte der Stahl seinen Kohlenstoff offenbar nur aus der Kohlensäure der Kreide oder des rohen Kalksteins erhalten, die wahrscheinlich in gasförmiges Kohlenoxyd zerlegt ward, indem sich ein Theil ihrer Grundlage, der Kohlenstoff, mit dem Eisen zu Stahl verband. Die zu dieser Umwandlung erforderliche Hitze muß aber ausnehmend groß seyn. — Wahrscheinlich würde Hr. R., wenn er einen Schritt weiter gegangen wäre, durch seine Versuche ebenfalls auf die Entstehung des Gußstahls, wie Clouet, geleitet und der Erfinder davon geworden seyn.

**) Der Gewichtsverlust tritt wahrscheinlich schon in schwächerer Hitze ein, ehe die Kohlensäure des Kalkes wirksam wird (VII) und dann erfolgt wieder eine Gewichtsvermehrung durch die Auf-

e. Um zu sehen, ob dem Kalk die verschlackende Eigenschaft vielleicht durch ein vorhergehendes starkes Brennen benommen werden könne, nahm ich weißen, 12 Tage lang im Stahlofen gebrannten Kalk, der sich durch ein halbjähriges Liegen an der Luft von selbst gelöscht hatte. Mit diesem Kalk brachte ich nun gleich große, genau abgewogene Stücken von weichem Eisen und von hartem Stahl, und auch ein Stück sehr sprödes kaltbrüchiges Eisen in einen runden Tiegel, stellte diesen in einen stark ziehenden Windofen, ließ ihn erst ein paar Stunden langsam aufglühen, und gab dann eine Stunde lang die stärkste Glühhitze, so wie sie zum Schmelzen und Gießen des Roheisens erfordert wird, bis der von köllnischem Thon angefertigte Tiegel weich zu werden anfing. Zu gleicher Zeit hatte ich auch ein genau abgewogenes Stück Stahl, ohne Zusatz, in einem offenen Behälter in den Ofen, aber in den oberen Theil desselben, so daß es etwas weniger Hitze erhielt, hineingelegt, um den Unterschied beim Abbrennen gegen den in Kalk eingelegten Stahl bemerken zu können. Nach dem Erkalten fand ich alle Stücken mit einer dünnen Glühspanhaut bedeckt, woran sich der Kalk ziemlich fest angesetzt hatte, so daß er durch Hämmern und Biegen abgelöst werden mußte. Beim Abwiegen der rein gemachten Stücken ergab sich Folgendes:

Das weiche Eisen hatte durch den Abbrand	$9\frac{1}{3}$	Procent
Der Stahl	$8\frac{3}{4}$	—
Der Stahl von gleicher Größe in dem offenen Feuer aber . . .	$13\frac{1}{2}$	—

verloren. Beide Stahlstücken wurden ausgeschmiedet und im Wasser abgelöscht, allein sie nahmen keine Härte an, zeigten auch beim Durchschlagen eine ganz gleiche Beschaffenheit; sie waren nämlich inwendig feiner guter Stahl geblieben, der nur mit einer dünnen Eisenhaut

nahme des Kohlenstoffes, obgleich der erste Verlust die zuletzt eintretende Vermehrung des Gewichts übersteigen kann.

senhaut überzogen war. — Das weiche Eisen war außerordentlich zähe, und weicher, als man es durch gewöhnliches Glühen erhalten kann. Das kaltbrüchige Eisen schien das kalte Hämmern mehr als vorher vertragen zu können, allein es brach bald, und war äußerlich nur mit einer zäheren Haut überzogen, inwendig aber eben so spröde und grobkörnig als vorher. — Der Kalk war eben so pulverartig als vorher geblieben, und noch weißer geworden, ausgenommen in der Nähe der Stahlstücken, wo er eine braune Farbe angenommen hatte und etwas zusammengesintert war. Mit Scheidewasser brauste er nicht, allein es löste sich etwas davon auf und es entstand zuletzt ein milchweißes Gemisch *).

X. **In gebranntem Kalk in verschiedenen Graden der Hitze.** Um mich von dem Verhalten des gebrannten Kalkes in den verschiedenen Graden der Hitze genauer zu unterrichten, nahm ich wieder von dem vorhin angewendeten Kalk (IX) und legte mehrere gleich große Stäbchen von verschiedenen Eisenarten, nämlich Brennstahl, Danemorer Eisen, Osemund Eisen und kaltbrüchiges Eisen, mit diesem Kalk zusammen in ein viereckiges Probegefäß, welches ich gut verklebte und es zugleich mit dem übrigen zu cementirenden Eisen und mit dem Cementpulver oder Kohlenstaub, in die Stahlkisten setzte. Nach dem 10tägigen Brennen war der Kalk eben so fein, weiß und locker als vorher geblieben, und hatte sich in der Nähe des Eisens weder braun gefärbt noch weniger an den Stücken festgesetzt, wie dies vorher der Fall war. — Der Stahl war weiß, rein, blank, ohne alle Anzeigen von Glühspan, hatte aber einige aufgelaufene Blasen, wie er sie beim Cementiren gewöhnlich zu erhalten pflegt, zeigte im Bruch das Ansehen, als wenn er eben erst gebrannt worden wäre,

und

*) Diese Versuche sind auch für den Theoretiker außerordentlich wichtig, indem sie ihm, außer mehreren anderen Aufschlüssen die er durch sie erhält, Gelegenheit geben, das noch immer problematische Kohlenoxydgas näher kennen zu lernen.

und war nach dem Ausschmieden und Härten härter und spröder als vorher. — Das zähe Eisen hatte auch keinen Glühspan angesetzt, allein es schmutzte an den Fingern schwarz ab und hatte viele aufgelaufene Blasen, die sich bei dem weichsten Eisen vorzüglich häufig zeigten. Im Bruch hatte es das Ansehen des gewöhnlichen Brennstahls, und nach dem Ausschmieden und Härten schien es durch und durch in groben Stahl verwandelt zu seyn. — Auch das kaltbrüchige Eisen hatte eine reine blanke Oberfläche; im Bruch war es grobkörnig wie frisch gebrannter Stahl, aber matter und gelblich von Farbe. Nach dem Glühen und Ablöschen im Wasser ward es ganz rein, erhielt eine silberweiße Oberfläche und verhielt sich gegen die Feile sehr hart; schmieden ließ es sich aber durchaus nicht, weder rothwarm noch kalt, sondern fiel unter dem Hammer in körnigen Stükken auseinander.

Diese Versuche scheinen hinreichend zu beweisen, daß das Eisen durch das Brennen im Stahlofen nicht weicher wird, und daß es das Phlogiston aus dem Kohlenstaub, mit welchem es beim Stahlbrennen überall umgeben ist, obgleich es in ganz neuen und feuerfesten Gefäßen eingeschlossen war, und in Kalk eingepackt lag, dennoch anzog und sich dadurch in Stahl verwandelte, wodurch zwar der Abbrand verhindert, aber die gewöhnliche Wirkung der Hitze, die Beförderung der Weichheit des Eisens, gänzlich aufgehoben wird. Der Erfolg scheint immer derselbe zu seyn, indem alles Eisen jedesmal zu Stahl wird, wenn man es, mit welchen Umgebungen man auch immer will, in den Stahlofen bringt, und das Gefäß, worin sich das Eisen befindet, in Kohlenstaub setzt. Weil wir oben (IV) aber gesehen haben, daß Stahl in Knochenasche eingelegt und ebenfalls im Stahlofen gebrannt, eine eisenartige Oberfläche erhalten hatte, oder weich geworden war, so schien

schien es mir nöthig zu seyn, diese Versuche fortzusetzen und ich führe davon folgende an:

XI. **In gebranntem köllnischen Thon und in gebranntem Feldspath.** Der weiße, gut gebrannte köllnische Thon schien mir unter den Erdarten vorzüglich von brennbarem Wesen frei zu seyn und die Eigenschaft zu haben, das Phlogiston abzuhalten. Ein Stück Eisendrath, welches ich eine Stunde lang in diesem Thon in offenem Feuer glühete, ward auch ganz weich, ohne etwas durch das Ansetzen von Glühspan am Gewicht zu verlieren. Ganz anders war aber das Verhalten, als ich Stücken von Eisen und Stahl in den gepulverten Thon legte und das Gefäß in eine Stahlkiste stellte, worin es während der ganzen Dauer des Brandes stehen blieb. Der Erfolg war wie beim Kalk; der Stahl behielt nämlich seine Härte und das Eisen ward zu Stahl, indem viele Blasen zum Vorschein kamen, wobei die Oberfläche ganz blank und hellblau ward, ohne daß ein Gewichtsverlust bemerkbar gewesen wäre.

Ein gleiches Verhalten zeigte sich bei Probestücken von Eisen und Stahl, die ich bei einem solchen Brande in reinen, vorher gut gebrannten Feldspath gelegt hatte. Der Feldspath war in dieser Hitze zu einer dichten, harten, glasigen und lichtgrauen Schlacke geschmolzen, die sich sogar um das Eisen und um den Stahl gelegt hatte, ohne daß sie aber die Entstehung der Blasen und die Umwandlung des Eisens in Stahl hätte verhindern können *). Die Oberfläche war rein und blank und ein Abbrand fand nicht statt. — Bei einem anderen Versuch, den ich im Windofen mit glasartigen Substanzen anstellte, die sich als eine reine, glasige Schlacke um das

*) Die Umwandlung hatte nämlich wahrscheinlich schon statt gefunden, ehe der Feldspath in einen vollkommenen Fluß gekommen war. Dies letztere geschah aber bei den weiter unten angeführten glasartigen Substanzen, wegen ihrer größeren Leichtflüssigkeit, früher, und deshalb konnte die Umwandlung durch sie mehr verhindert werden.

das Eisen und um den Stahl legten, fand ich weder in der Härte, noch im Gewicht, noch in den Eigenschaften vor und nach dem Brennen den geringsten Unterschied.

XII. In Pulver von gebrannten Eyerschalen. Eisen, welches mit Eyerschalenpulver 10 Tage lang im Stahlofen gebrannt war, hatte nach dem Ausschmieden und Ablöschen im Wasser zwar eine weiche Außenfläche, war aber inwendig zu weichem Stahl geworden. Das Phlogiston der Eyerschalen mogte es daher anfänglich wohl in Stahl verwandelt haben; weil dieses flüchtige brennbare Wesen aber endlich durch die lange anhaltende Hitze wieder verdunstete, so konnte die absorbirende Erde in den Eyerschalen ihre Wirkung zeigen und auf der Oberfläche als ein aducirendes Mittel wirken, in welcher Eigenschaft sie mit der Kreide und mit der Knochenasche übereinkommt.

XIII. In Kreide. Weiße fein geriebene Kreide unterschied sich dadurch sehr vom Kalk, daß sich der Stahl, welcher 11 Tage lang im Stahlofen mit Kreide cementirt war, fast eben so wie der mit Knochenasche gebrannte Stahl verhielt und auch äußerlich in der Dicke eines Messerrückens zu geschmeidigem Eisen geworden war; inwendig aber seine stahlartige Beschaffenheit behielt. Es schien, als hätte der Stahl nichts von Glühspan verloren, obgleich die Kreide etwas an sich gezogen hatte, und in der Nähe des Eisens braun gefärbt war. Die Kreide gehört also zu den besseren, wenn gleich nicht zu den besten Mitteln zum Aduciren des Stahls *).

XIV. Im Gothländischen Sandstein. Der graue Gothländische Sandstein besteht zwar größtentheils aus einem feinen quarzigen Sand, allein die Grundmasse oder das Bindungsmittel ist doch ein kalkartiger Mergel, der mit Säuren braust. Weil nun das Pulver vom Quarz sowohl als vom Kalk, ein jedes für sich einzeln genommen, zuweilen die Weichheit des Eisens

*) Clouet's Versuche beweisen bekänntlich das Gegentheil.

Eisens befördert, so glaubte ich diese Steinart, als ein Gemenge von beiden, doch auch nicht unversucht lassen zu müssen. Es wurden daher Probestücken von Eisen und Stahl wie gewöhnlich in das Pulver von diesem Sandstein eingelegt, und im Stahlofen gebrannt. Statt weich zu werden, behielt der Stahl aber seine Härte, und das Eisen war weicher Stahl geworden, ohne daß ein bemerklicher Abbrand entstanden wäre.

XV. In Holzasche. Bei einem gleichförmigen Brennen wird weiches Eisen in reiner Holzasche zu gutem Stahl, und der Brennstahl wird noch härter, ohne daß sich Glühspan von einiger Bedeutung ansetzt; alle übrigen Erscheinungen sind wie die beim Stahlbrennen. Ich habe diesen Versuch oft mit mehreren Arten von unausgelaugter Asche, und jedesmal mit demselben Erfolg wiederholt; auch fand ich, daß das Eisen einen desto besseren Stahl gab, und daß es desto mehr vom Glühspan frei ward, je stärker die Hitze war, welche ich anwendete. — Geschmeidiges Eisen wird durch solche Asche also nicht weich, obgleich sie bei dem Roheisen gute Dienste leistet *). Ohne Zweifel ist es auch ohne ein besonderes langsames Kalciniren gar nicht möglich, die Holzasche von kleinen Kohlenstaubtheilchen, welche zum Stahlwerden auch etwas beitragen können, frei zu erhalten, obgleich der Kohlenstaub in der Stahlkiste wohl am mehrsten wirksam gewesen ist.

XVI. In Gallmey. Da wir oben (III) gesehen haben, daß die Zinkblumen zur Geschmeidigkeit des Eisens beizutragen scheinen, so stellte ich auch mit fein geriebenem Gallmey einen Versuch an, und nahm zu dem Ende ein Gemenge von ungarischem und polnischem Gallmey, wie man ihn in den Messinghütten gewöhnlich anwendet, welcher durch seine absorbirende und trocknende Eigenschaft hinlänglich bekannt ist. Ich brachte weiches Eisen und Stahl mit dem Gallmey in ein

*) Das heißt bei dem grellen, weißen Roheisen.

ein gut verschlossenes thönernes Gefäß, welches 9 Tage lang, so lange nämlich der Brand dauerte, im Stahlofen stehen blieb, und fand nun beim Oeffnen des Gefäßes das Eisen sowohl als den Stahl ganz rein, ohne Spuren von Glühspan oder Abbrand. Das Eisen war aber nicht weich, sondern vielmehr ein ziemlich harter Stahl geworden, und die Stahlproben hatten nichts von ihrer Härte verloren. Der Gallmey, welcher vorher röthlich gelb war, hatte jetzt eine aschgraue Farbe; er ward vom Magnet, durch den man vor dem Brennen kaum einen Eisengehalt auffinden konnte, fast wie reine Eisenfeilspäne gezogen und löste sich in Salpetersäure ganz und gar unter heftigem Aufbrausen auf. Sein Zinkgehalt war ganz verschwunden, so daß er das Kupfer nicht mehr färbte oder in Messing verwandeln konnte *).

XVII. In Braunstein. Weil der gewöhnliche schwarze Braunstein das brennbare Wesen so vorzüglich stark anzieht (wie Hr. Scheele in den Verhandl. der Königl. Schwed. Akad. der Wissensch. für das Jahr 1774 bewiesen hat), so glaubte ich ihn ebenfalls nicht unversucht lassen zu müssen. Ich brachte daher einige Stücken Eisen mit fein gepulvertem schwarzen Braunstein von Nålberg im Kirchspiel Lexand in einen Tiegel und setzte diesen einer 9tägigen Stahlofenhitze aus. Nach dem Erkalten und Oeffnen des Tiegels fand ich den Braunstein zu einem Klump von schöner grasgrüner Farbe, der aber bei der geringsten Berührung leicht in Pulver zerfiel, locker zusammengesintert. Die Eisenstücke lagen darin ganz blank, ohne alle Spuren von Glühspan. Der Braunstein hatte sich fest angesetzt und war in der Nähe des Eisens vorzüglich dunkelgrün. Die Eisenstücke wurden etwas ausgereckt und rothwarm im Wasser abgelöscht, worauf ich sie, und besonders ein

*) Diese Erscheinungen beweisen ganz unläugbar, daß der Kohlenstoff beim Glühen im Stahlofen auch durch verschlossene Gefäße nicht abgehalten werden kann.

ein Stück Danemorer Eisen, in einen sehr feinen starken Stahl verwandelt fand. Es geht hieraus hervor, daß die starke Anziehungskraft des Braunstein zum Phlogiston, zum Aduciren des Eisens nichts beitragen konnte, wenigstens nicht in der Hitze des Stahlofens, wo das Phlogiston in solchem Uebermaaß vorhanden ist, daß es in feinen Dünsten durch den Tiegel dringen und das Eisen in Stahl verwandeln kann.

XVIII. Ohne Zusätze. Weil die vorigen Versuche ergeben, daß viele Stoffe, welche in einer gelinden und langsamen Hitze und im Windofen, die Weichheit des Eisens befördern, im Stahlofen gerade die entgegengesetzte Wirkung äußern, so schien mir auch der Versuch noch rückständig zu seyn, das Verhalten des Eisens für sich allein, ohne Zusätze und ohne unmittelbare Berührung mit dem umliegenden Kohlenstaub zu untersuchen. Es wurden daher 221 Pfund Probirgewicht harter Brennstahl, und 255½ Pfund weiches und zähes Eisen, in einen leeren, neuen Tiegel, ohne weitere Zusätze gethan, der Tiegel so dicht als möglich verklebt, in eine Stahlkiste zwischen Kohlenstaub gestellt, und einer 11tägigen Stahlofenhitze ausgesetzt. Nach dem Erkalten des Ofens nahm ich den Tiegel heraus, welcher weder Sprünge noch Risse erhalten zu haben schien. Der Stahl hatte eine reine, nur mit kleinen schwarzen Punkten besprengte Oberfläche und eine graue Bleifarbe, vom Glühspan war aber gar nichts zu bemerken, auch wog er ganz genau wieder 221 Pfund, wie vorher. Die graue Farbe rührte von einer dünnen weichen Haut her, welche abfärbte und dem Wasserblei in allen Stücken gleich kam. Im Bruch verhielt er sich wie gewöhnlicher, frischgebrannter Stahl und nach dem Schmieden und Härten war er eben so hart, nur noch etwas spröder als vorher. — Das weiche Eisen war ebenfalls mit einer wasserbleiartigen Haut überzogen, hatte auf der Oberfläche viele Blasen und war übrigens

reiner Stahl geworden. Es wog 258$\frac{1}{4}$ Pfund, hatte also 2$\frac{1}{4}$ Pfund oder 1 Procent am Gewicht zugenommen, welche Gewichtszunahme aber wohl nur von der wasserbleiartigen Haut herrühren mogte, die sich abkrazzen ließ und deren Eigenschaften wir weiter unten (§. 265, 1, 2, A, a) näher untersuchen werden. — Durch diesen Versuch ist es indeß erwiesen, daß das Phlogiston in der Stahlofenhitze, weder durch die oben genannten Zusätze, noch durch ein leeres Gefäß, ausgeschlossen und von der Wirkung auf das Eisen abgehalten werden kann.

XIX. **In einer Glasröhre.** Aus den angeführten Versuchen wird es einleuchtend, daß sich das Eisen in einem Stahlofen, worin sich so viele verbrennliche Stoffe und Phlogiston in einer beständigen Wirksamkeit befinden, stets in Stahl verwandelt, man mag es mit anderen Körpern zusammen, oder für sich allein in einem verschlossenen Tiegel glühen. Diese Erscheinung führte mich auf den Versuch, ob das Phlogiston auch wohl durch Glas dringen und dann auf das Eisen wirken könne, oder ob die langsame Hitze des Stahlofens das Eisen wirklich ganz allein in Stahl zu verwandeln im Stande sey. Ich nahm daher drei Stücke groben Eisendrath, der durchaus nicht stahlartig, etwa $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser stark und dessen Oberfläche durchaus rein und blank war. Eins von diesen Dräthen ward für sich allein in eine Glasröhre gebracht, deren beide Enden an der Lampe zusammen geschmolzen wurden, so daß gar keine Luft hinzutreten konnte, indem selbst die bereits in der Röhre befindliche Luft größtentheils durch die Hitze ausgetrieben war. Dieser in einer hermetisch versiegelten Glasröhre befindliche Drath ward nun in eine tiefe Cementirbüchse gethan, und mit Kohlenstaub umschüttet; die andern beiden Dräthe befanden sich in derselben Cementirbüchse, aber unmittelbar mit Kohlenstaub umgeben. Das Cementirgefäß

ward

ward mit einem gut passenden Deckel versehen, und nebst dem zu cementirenden Eisen und dem Cementpulver oder dem Kohlenstaub in eine Stahlkiste gebracht. Nachdem der Brand 12 Tage gedauert hatte und der Ofen abgekühlt war, öffnete ich das Gefäß und fand die Glasröhre unbeschädigt, aber undurchsichtig, olivenfarbig, mit einer glänzenden Oberfläche und weißem Bruch. Der Eisendrath lag in der Glasröhre ganz frei und rein, nur die Oberfläche war etwas matt geworden, Glühspan hatte sich aber nicht angesetzt, auch hatte er nicht am Gewicht verloren; unter dem Hammer war er weich, beim Biegen brach er aber und hatte einen glänzend körnigen Bruch, wie kaltbrüchiges Eisen; die Farbe war heller, doch nicht gelblich geworden, welches bei dem zu Stahl gebrannten Eisen gewöhnlich der Fall zu seyn pflegt, indeß kamen doch einige aufgelaufene Blasen zum Vorschein. Durch das Ausrecken, Glühen und Ablöschen im Wasser, nahm er durchaus keine Härte an, sondern war eben so weich als vorher *). — Die anderen beiden Eisendräthe in Kohlenstaub waren dagegen vollkommen zu Stahl gebrannt und härteten sich wie gewöhnlich. Ich glaube hieraus mit Sicherheit schließen zu können:

1) daß eine starke anhaltende Hitze allein, das Eisen nicht in Stahl zu verwandeln vermag;

2) daß der Ausschluß der Luft das Eisen vollkommen gegen den Abbrand schützt;

3) daß das brennbare Wesen, welches die Stahlverwandlung hervorbringt, durch Glas zu dringen nicht im Stande ist, obgleich Hr. Scheere in seiner Abhandlung von der Luft und vom Feuer beweisen will, daß das

*) Das Eisen war also durch das starke anhaltende Glühen zwar spröde, aber nicht hart geworden und jene Sprödigkeit ist ohne Zweifel eine Folge der Aufnahme des im Glase noch befindlichen Sauerstoffs der atmosphärischen Luft, wodurch auch das gewöhnliche sogenannte verbrannte und auch das rohe Eisen seine Sprödigkeit erhält.

das feine Phlogiston sowohl die Glasretorten, als alle übrigen Körper durchdringt. Man vergleiche hiermit, was ich weiter unten beim Stahlbrennen (§. 267, 7) bemerken werde, und was schon oben (§. 66, 5) beim Verhalten der Eisenkalke in der Glühhitze gesagt worden ist, woselbst sich ergab, daß die Glasröhre so viel Phlogiston, als nöthig war, um den Eisenkalk für den Magnet folgsam zu machen, nicht abzuhalten vermogte. Dasselbe Resultat erhielt ich, als ich das Eisen mit Knochenasche in einen gläsernen Kolben brachte, und diesen der Hitze im Stahlofen aussetzte; das Eisen war nämlich weich geblieben und durchaus nicht stahlartig geworden, obgleich die Knochenasche allein das Stahlwerden nicht verhindern konnte.

XX. **In der Magnesia.** Auch die weiße Magnesia konnte, ihrer starken absorbirenden Eigenschaft ungeachtet, zur Weichheit des Eisens nichts beitragen. Stahl, welcher mit ihr im Stahlofen eingesetzt war, blieb rein und blank, ohne Glühspan anzusetzen, war aber härter als vorher; das Eisen fand ich mit einer wasserbleiartigen Haut überzogen und war übrigens zu Stahl geworden.

XXI. **In französischem Thon mit etwas Schwefelkies.** Mit Bezug auf das oben (§. 61) bereits Vorgekommene, und auf das, was ich unten (§. 86, 2, c.) über die Ursachen der Zähigkeit des Eisens, wozu ein kleiner Antheil von Säure viel beizutragen scheint, bemerken werde, schien es mir nicht überflüssig zu seyn, den Versuch anzustellen, ob sich eine größere Weichheit nicht durch den Zutritt einer gewissen mineralischen Säure (§. 65, h) bewirken lassen würde, besonders da ein kleiner Antheil von Schwefel oder von Schwefelsäure der Weichheit des rothbrüchigen Eisens bekanntlich nicht hinderlich ist. Ich vermengte daher etwas Schwefelkies mit sechsmal so viel zerpulvertem gebrannten französischen Thon und brachte das Gemenge mit einem Stück

kalt-

kaltbrüchigem Eisen und mit einem Stück Stahl in einen Tiegel, den ich gut verklebte und während eines 10tägigen Brandes im Stahlofen stehen ließ. Nach dem Erkalten fand sich das kaltbrüchige Eisen von den Schwefeldämpfen sehr zerstört; der mittlere Kern war feiner, zu aller weitern Bearbeitung untauglicher Stahl geworden; zunächst an diesem Stahlkern glich das Eisen, der Farbe und der Härte nach, dem gelben Schwefelkies, und der äußerste Theil war eben so grau und spröde, wie Rohstein. Der Stahlkern roch stark nach Schwefel und fiel, als ich ihn warm schmieden wollte, auseinander. — Auch der Stahl war mit einer Rohsteinrinde bedeckt; er ließ sich zwar kalt, aber nicht warm hämmern, roch nach Schwefel, war unter dem Hammer sehr hart und nahm auch viel Härte an, allein er ward zugleich sehr spröde. Der Zusatz von Säure ist folglich zu groß und zu wirksam gewesen.

XXII. In Alaunerde. Um zu sehen, ob eine geringere Quantität Säure vielleicht bessere Dienste thun würde, schlug ich die Erde aus dem Alaun durch Alkali nieder und süßte den Niederschlag, der aber noch immer etwas Alaun- oder Schwefelsäure zurück hielt, gehörig aus. Mit dieser Erde wurden kaltbrüchiges Eisen, weiches Eisen und Stahl, wie gewöhnlich gebrannt. Die Eisenstücken wurden äußerlich angegriffen und verwandelten sich in einen harten Stahl, der sich ohne Risse nicht schmieden ließ. Vorzüglich war das kaltbrüchige Eisen ein so spröder Stahl geworden, daß man ihn weder warm noch kalt schmieden konnte. (§. 265, 14).

XXIII. In dem Bodensatz von den Kühlgefäßen. In den Alaunhütten schlägt sich aus der Lauge des Alauns, wenn diese zum Abkühlen in den Kühlgefäßen steht, ein gelber Schlamm oder eine Erde nieder, die außer dem Eisenkalk noch Alaun und Eisenvitriol enthält. Auch mit diesem Bodensatz habe ich versuchsweise

weise kaltbrüchiges Eisen, weiches Eisen und Stahl, auf die gewöhnliche Art, 12 Tage lang im Stahlofen cementirt. — Das kaltbrüchige Eisen war gegen die Feile und unter dem Hammer ganz weich geworden, ließ sich kalt ziemlich strecken und vertrug auch das Ausschmieden in der Wärme, wobei die Stäbe Langrisse bekamen, wodurch sich zähes Eisen gewöhnlich auszuzeichnen pflegt. Im lichtrothglühenden Zustand im Wasser abgelöscht, blieb es gegen die Feile noch weich, zersprang aber unter dem Hammer und zeigte sich nun in der Mitte auf dem Bruch als ein harter, sehr spröder Stahl, der sich leicht zerpulvern ließ, indem er nur äusserlich eine starke, zähe und weiche Eisenhaut hatte, welche sich beim Schmieden von dem innern Stahlkern abtrennte. — Das weiche Eisen war weicher als vorher geworden, und ließ sich kalt zu einem dünnen biegsamen Blech ausrecken; nach dem Glühen und Ablöschen im Wasser zeigte es sich aber, daß es in der Mitte zu Stahl geworden war, und nur auf der Oberfläche, wie das kaltbrüchige Eisen, eine dünne, weiche Eisenschlacke angesetzt hatte, die sich erst nach dem Glühen und Ausschmieden davon trennte. — Der Stahl, welcher vorher sehr hart war, bekam ebenfalls eine lokkere zähe Eisenhaut, die sich schon ohne Schmieden abtrennte. Unter dieser Haut war der Stahl ebenfalls sowohl in der Wärme als in der Kälte ganz weich gegen die Feile und unter dem Hammer, allein beim Ablöschen im Wasser fand sich, daß der Kern Stahl geblieben und daß nur die Oberfläche reines Eisen geworden war.

Fast dieselbe Wirkung zeigte sich, als ich Eisen und Stahl mit Gips brannte (§§. 61, 78), wobei wahrscheinlich dieselbe Ursache, nämlich die darin befindliche Vitriolsäure, wirksam war. — Bei einem andern Versuch wurden verschiedene Arten von Eisen mit einem Gemenge von 6 Theilen gebranntem köllnischen Thon und 1 Theil Alaun, wie gewöhnlich im Stahlofen cemen-

mentirt. Es zeigten sich dabei dieselben Erscheinungen; das Eisen war nämlich ein harter Stahl geworden, der sich nicht bearbeiten ließ, indeß hatte sich, wie wir sogleich (§. 74 F.) sehen werden, keine Eisenhaut gebildet.

§. 74. Fortgesetzte Versuche über die Mittel, welche zur Weichheit des Eisens beitragen.

Ich muß befürchten, daß ich meine Leser durch die Aufzählung der im vorigen Paragraph angeführten Versuche, über einen Gegenstand, worüber man in den Kunstbüchern oft nur eine einzige Vorschrift oder wenige Zeilen findet, ermüdet haben werde; allein ich konnte es nicht vermeiden, bei diesen Versuchen mit einer scheinbaren Weitläuftigkeit zu verfahren, weil sie in manchen Fällen und über sehr viele Erscheinungen Aufschluß geben. Wäre dies nicht der Fall, so hätte ich mich freilich damit begnügen können, anzuführen, daß Knochenasche in einem verschlossenen Gefäß, bei einem gehörigen Hitzgrade, aber nur nicht im Stahlofen, nach Anleitung des VIten Versuchs, beim Aduciren des Eisens ziemlich gute Dienste leistet. — Durch vergebliche Bemühungen muß man sich von der Erreichung eines guten Zweckes nicht abhalten lassen; übrigens bekenne ich freilich, daß ich in dem langen vorigen Paragraph nichts weiter dargethan habe, als was ich schon vorher bemerkte, daß nämlich das bloße Glühen des Eisens in reinem Kohlenfeuer bei gewöhnlichen Schmiedearbeiten die besten Dienste leistet, indem es sich allenfalls nur bei feiner Arbeit der Mühe und der Kosten des Glühens in verschlossenen Gefäßen lohnen würde. Außerdem mußte ich aber mit meinen Versuchen noch einen andern Zweck zu erreichen suchen, nämlich die Weichheit des Eisens zu befördern und zugleich den Abbrand zu vermindern. In dieser Hinsicht versuchte ich, das Eisen und den Stahl mit verschiedenen Substanzen zu überziehen, welche den Abbrand einigermaßen vermindern und doch

auch

auch zugleich die Weichheit des Eisens dadurch, daß sie das überflüssige Phlogiston frei verdunsten ließen, befördern konnten. Diese Aufgabe war deshalb schwierig, weil sich nicht leicht Substanzen auffinden lassen, die fest genug auf der Oberfläche des Eisens haften und welche nicht zu schnell beim Glühen abfallen. Folgende Versuche verdienen indeß hier angeführt zu werden.

A. Eine Schmiere aus gleichen Theilen rothem köllnischen Thon, Knochenasche und frischem Kuhmist, mit etwas Wasser angerührt, diente zuerst als Ueberzug auf einer kleinen $\frac{1}{2}$ Zoll breiten und $\frac{1}{4}$ Zoll dicken Stahlstange, die ich eine Stunde lang im Kohlenfeuer, ohne Gebläse glühend erhielt. Nach dem Erkalten hatte der Stahl 4 Procent durch den Glühspan verloren und verhielt sich nun viel weicher gegen die Feile und unter dem Stempel. Beim Durchschlagen bemerkte man eine dünne Eisenhaut; durch das Ablöschen im Wasser kam der Stahl aber ganz rein zum Vorschein und erhielt eine völlige Härte. — Ein anderes eben so großes Stück Stahl von derselben Art, und in demselben Hitzgrad im freien Feuer glühend gemacht, verlor $6\frac{1}{4}$ Procent, und schien äußerlich nicht so weich geworden zu seyn.

B. Ein Stück Eisen mit gehärteter Oberfläche ward mit derselben Schmiere bestrichen und auf die nämliche Art geglühet, wodurch es die Oberflächenhärtung gänzlich verlor und ganz weich und zähe geworden war.

C. Wenn zu derselben Schmiere noch mehr Kuhmist genommen ward, so schien der Stahl dadurch weniger weich und gröber im Bruch zu werden.

D. Als ich dieselbe Schmiere (A) mit fein gestoßenem Krystallglas vermengte, zeigte sich, daß sie noch eben die Wirkung in Rücksicht der Beförderung der Weichheit, als vorher behielt; der Glaszusatz verhinderte auch, daß sich der Thon nicht so fest am Stahl ansetzte,

setzte, aber der Brennstahl schien dadurch etwas spröder geworden zu seyn.

E. Eine Schmiere aus köllnischem Thon mit Kuhmist, wozu etwas fein gestoßenes Wasserblei gesetzt worden war, ward auf Stahl gestrichen und der Stahl, nachdem sie eingetrocknet war, eine Stunde lang geglühet. Der Stahl ward dadurch weich gegen die Feile und unter dem Stempel, ohne etwas von seiner Stärke zu verlieren; auch blieb seine Oberfläche ganz rein und setzte wenig Glühspan an.

F. Wenn man 2 Theile köllnischen Thon mit 1 Theil gebranntem Alaun mit Wasser zusammenknetet, erhält man eine Salbe, die auch beim Glühen sehr fest sitzt. Der Stahl ward durch Glühen mit dieser Schmiere weicher, allein er erlitt einen stärkeren Abgang, ward auch etwas spröder und erhielt eine Anlage zum Rothbruch, der sich durch den Schwefeldampf, den der Stahl beim Ausrecken in der Rothglühhitze ausstieß, zu erkennen gab.

G. Frische Bierhefen wurden zu wiederholten malen auf Stahl gestrichen, und mußten jedesmal vor dem neuen Bestreichen eintrocknen, bis sie eine schwarze Farbe erhielten. Beim Glühen hatte der Stahl wenig oder gar keinen Glühspan angesetzt, sondern äußerlich nur eine röthliche Farbe angenommen; er war übrigens weich gegen die Feile und unter dem Stempel geworden, und nahm eine eben so große Härte an, als vorher.

H. Hefen mit etwas Weinstein gemengt und eben so als die Hefen allein (G) angewendet, veranlaßten eine grünliche Schlacke und die Oberfläche des Stahls ward eher hart als weich. Dies Gemenge ist also zu jenem Zweck unbrauchbar, indem es eher zum Härten als zum Abduciren des Stahls dienen kann.

I. Wenn zu den Bierhefen etwas Wasserblei gesetzt und das Gemenge auf rein gefeilten Stahl gestrichen ward, schien der Stahl nach dem Glühen etwas wei-

weicher zu werden; allein das Gemenge sitzt nicht gerne fest und die entblößten Stellen scheinen dann einen stärkeren Abbrand zu erleiden oder mehr Glühspan anzusezzen, als wenn man gar keine Salbe anwendet.

Ich habe zu diesen Versuchen vorzüglich aus dem Grunde Stahl angewendet, einmal weil der Unterschied der Härte nach dem Glühen viel auffallender beim Stahl als beim Eisen ist, und dann weil ich beim Feilenhauen von den Resultaten der Versuche Anwendung machen zu können glaubte, indem bei dieser Arbeit alle Mittel, welche die Oberfläche erweichen, ohne der Härte des Stahls Abbruch zu thun, wenn die Feilen nachher wieder gehärtet werden, sehr nützlich sind, weil sich der Stahl im weichen Zustande mit größerer Genauigkeit hauen läßt. Zu diesem Zweck scheinen mir die Bierhefen allein, sie mögen frisch oder alt seyn, auf die oben (G) angeführte Art angewendet, vorzüglich gute Dienste zu leisten; nur muß man die damit bestrichenen Feilen zwischen Kohlen glühen und langsam in den Kohlen erkalten lassen. — Aber auch bei Eisenwaaren, die viele gefeilte und gravirte Arbeit an sich haben, scheint mir jenes Mittel sehr anwendbar zu seyn. Für Eisen würde ich jedoch die oben genannte Schmiere (A) vorzüglich empfehlen, besonders wenn derselben etwas Wasserblei zugesetzt wird, der durch seinen feinen Schwefel die Weichheit befördern hilft. Diesen Zusatz muß man wählen, wenn man zur Schmiere köllnischen Thon anwendet, weil dieser keine Schwefelsäure enthält; nimmt man statt desselben aber gewöhnlichen Thon, der sich im Feuer roth brennt und gemeiniglich Säure enthält, so kann man den Zusatz von Wasserblei weglassen.

§. 75. Von der Wirkung des Feuers auf die Zähigkeit des Eisens.

Wie das Eisen durch die Wirkung des Feuers, entweder für sich allein (§. 72) oder mit Zusätzen (§§. 73, 74)

74) weicher und zur Bearbeitung mit der Feile, mit dem Meißel oder mit dem Hammer geschickter werden kann, habe ich vorhin gezeigt. Weil das Eisen aber weich seyn kann, ohne zugleich zähe zu seyn, so bleibt mir noch die Untersuchung der Wirkung des Feuers auf die Zähigkeit des Eisens übrig.

Das zäheste Eisen ist dasjenige, welches sich kalt nach allen Richtungen der Länge und Breite unter dem Hammer ausdehnen läßt, ein oftmaliges Hin- und Herbiegen, ohne zu brechen, aushält, sich zu einem feinen Drath von der größten Länge ausziehen läßt und das größte Gewicht, ohne zu brechen, tragen kann.

Aus einigen vorher angeführten Versuchen über die Wirkung des Feuers auf das Abbrennen (§. 57) und auf die Eigenschaften (§. 71) des Eisens, ging hervor, daß das Eisen, durch ein sehr langsames und oft wiederholtes Glühen zwar ungewöhnlich weich ward, daß es aber zugleich etwas von seiner Zähigkeit verlor, wenn es nicht von neuem wieder umgeschmiedet wurde. Dagegen ergab sich auch, daß ein gutes Eisen, welches durch langsames Glühen *) spröde geworden war, durch ein bloßes abermaliges Glühen zwischen Kohlen und durch Umschmieden, seine ursprüngliche Zähigkeit entweder völlig, oder zum großen Theil wieder erhielt. — Es scheint daher, daß die Zähigkeit in dem Vermögen der Theilchen besteht, sich durch das Hämmern näher mit einander zu vereinigen und sich nachher schwer von einander zu trennen, wovon die Ursache entweder eine starke Anziehung dieser Theilchen unter einander, oder wenn man will, die Gestalt dieser Theilchen selbst seyn kann, indem sie sich mit ihren kleinen Häkchen an einander befestigen. — Wenn man sich erinnert, daß das zähe Eisen, bei den Versuchen §. 57, 12, B., durch ein wiederholtes Glühen viel von seinem specifischen Gewicht verlor,

*) Das heißt durch Glühen, wobei es gegen den Zutritt der atmosphärischen oder Gebläseluft nicht gehörig geschützt war.

verlor, dadurch also ein größeres Volumen erhalten hatte; so wird es auch begreiflich, daß sich die Theilchen in der Hitze etwas mehr von einander entfernen, und daß sie daher einen geringeren Zusammenhang unter einander haben mußten. Wenn das Eisen aber durch ein abermaliges Umschmieden sein specifisches Gewicht beinahe wieder erhielt, so mußte es auch in demselben Grade seine vorige Zähigkeit wieder erlangen. Dagegen ergaben jene Versuche auch, daß das kaltbrüchige Eisen durch das Glühen nicht allein sein specifisches Gewicht verlor, sondern daß es durch wiederholtes Schmieden diesen Verlust auch noch vergrößerte, oder daß es sich noch mehr ausdehnte, und durch das Hämmern nicht dicht gemacht werden konnte, woraus nothwendig folgt, daß es durch das Umschmieden nicht verbessert werden konnte, sondern sogar noch mehr an Zähigkeit verlor und spröder ward, als es vorher war. — Es scheint hieraus zu folgen, daß es Eisen giebt, welches:

a. durch die Wirkung des Feuers wenig von seiner Zähigkett verliert, wogegen

b. anderes Eisen desto spröder wird, je länger man es glühet, und endlich

c. daß andere Eisenarten (vorzüglich Stahl oder stahlartiges Eisen) sich durch das Glühen nicht allein verschlechtern, sondern im Gegentheil zäher und weicher werden, welches aus mehreren Versuchen (§. 57, 5—9) hervorgeht. — Die ersten Eisenarten (a) und die letzten (c) sind in so fern von einerlei Beschaffenheit, als sie beide die Eigenschaft haben, zähe zu seyn und zu bleiben; nur daß die ersteren einen genau abgemessenen Antheil von der Substanz enthalten, welche die Zähigkeit verursacht, und welche ihnen durch die Wirkung des Feuers nur sehr schwer entzogen, auch durch das Umschmieden wieder ersetzt werden kann; wogegen die letzteren einen Ueberfluß von dieser Substanz zu enthalten scheinen, der erst vermindert werden muß, ehe diese Eisen-

Eisenarten eben so zähe werden als die erstern. Die Zähigkeit scheint daher in einem gewissen abgemessenen Verhältniß von einer und derselben Substanz zu bestehen, die in einer zu großen Quantität dieselben Wirkungen als in einer zu geringen hervorbringt *).

Worin besteht aber diese, die Zähigkeit hervorbringende Substanz, welche durch das Feuer verändert werden kann? Wir wissen aus dem Vorhergehenden, daß die Wirkung des Feuers vorzüglich auf das brennbare Wesen der Metalle gerichtet ist, und daß sowohl ein zu großer als zu geringer Antheil von diesem Wesen, Sprödigkeit hervorbringt. Weil aber an mehreren Orten bereits gezeigt worden ist, das die Sprödigkeit des kaltbrüchigen Eisens nicht vom Mangel des Brennbaren herrühren kann, weil es sich durch den Zusatz desselben nicht verbessert (§. 57, 5), auch nicht von einem zu großen Antheil, weil es alsdann durch die Wirkungen des Feuers davon befreit werden könnte; so muß eine andere Substanz, welche beim kaltbrüchigen Eisen fehlt, und die nur allein in dem guten Eisen vorhanden ist, die Zähigkeit verursachen, oder bewirken, daß das Eisen einen gehörigen Antheil von Phlogiston behält, und diese Substanz muß dem Eisen dann auch das Vermögen ertheilen, nach dem Umschmieden aus dem Kohlenfeuer fast eben so viel Phlogiston wieder aufzunehmen, als es vorher durch das trockne Glühen verloren hatte. Durch die Kalcinationshitze wird das kaltbrüchige Eisen daher spröder, das weiche weniger weich und das harte weicher und zäher. — Worin diese Substanz, welche dem Eisen ein solches Vermögen ertheilt, eigentlich besteht, werden wir bei der näheren Beleuchtung des zähen und kaltbrüchigen Eisens untersuchen.

Unter trocknem Glühen, oder unter der Kalcinationshitze wird das Glühen in einem Glühofen, oder in einem solchen Gefäß verstanden, worin ein freier Luftzug

*) Vergl. die Anm. z. §§. 55, 72.

zug statt findet, ohne daß das Metall aber unmittelbar mit der Kohle oder mit dem Brennbaren (wodurch es das, was durch den Zutritt der Luft verloren geht, wieder ersetzt erhalten könnte), in Berührung kommt. Hält eine solche Hitze lange an, so kann man sicher darauf rechnen, daß das beste Eisen endlich so verbrennt, daß es auch durch ein mehrmaliges Umschmieden seine Zähigkeit nicht wieder bekommt, oder wenigstens sehr viel davon verliert, obgleich die oben angeführten Versuche dargethan haben, daß das Eisen *) bei einem mittelmäßigen Glühen dieser Art beträchtlich weicher wird. Weil aber die Zähigkeit auch zugleich Stärke oder einen Widerstand gegen das Zerreißen voraussetzt, zufolge dessen die Theilchen einen so starken Zusammenhang haben müssen, daß man sie nur mit Mühe von einander trennen kann, so ist dazu auch ein gewisser Grad von Härte erforderlich. Das weichste Metall, z. B. das Blei, hat gewöhnlich die geringste Zähigkeit, indem ein Bleidraht durch angehängte Gewichte am leichtesten reißt. — Wird gutartiges Eisen aber in einer starken schnellen Hitze im Kohlenfeuer, wie dies bei den Schmieden der Fall ist, glühend gemacht, und zugleich durch aufgestreute glasige Körper gegen einen zu großen Abbrand geschützt, so kann man es in der Schmelzhitze lange im weißglühenden Zustande erhalten; man kann es umlegen, schweißen, schmieden, wieder umlegen, zusammenschweißen oder gerben, und mehreremale schmieden, ohne daß es an Zähigkeit und Stärke verliert; es wird dadurch vielmehr zäher und stärker, wie dies erfahrnen Schmieden bekannt ist.

Herr **du Coudray** hat in seinen: Nouvelles experiences et observations sur le fer 1775. durch viele vortreffliche Versuche die Behauptungen des Herrn **v. Büffon** (Histoire des mineraux, in der Abhandlung sur la tenacité et sur la decomposition du fer) zu wider-

*) Wohl verstanden, das von Natur etwas harte, stahlartige — kohlenstoffhaltige Eisen.

derlegen gesucht. Dieser ist nämlich der Meinung: „daß „das Eisen durch ein oft wiederholtes Glühen seine Zähig„keit verliert, daß es nur in dem Zustand, wie es aus dem „Frischfeuer kommt, völlig gut ist, indem es durch jedes Er„hitzen bis zum Weisglühen etwas von seiner Güte oder „Stärke verliert, oder schlechter wird, und daß dies bei „den dünnen Eisenstäben in einem höhern Grade als bei „den starken der Fall ist. In der ersten Weißglühhitze „verliert es seine Adern oder Sehnen, und wird durch „das jedesmalige Erhitzen schlechter. Feinkörniges Ei„sen erhält einen grobkörnigen Bruch, worauf sich „schwarz gebrannte Stellen befinden. In eben dem „Grade, wie sich das Stabeisen in der Weißglühhitze „verschlechtert, wird es beim gelinden Glühen verbes„sert." Aus diesen und ähnlichen Beobachtungen zieht Herr v. Büffon den Schluß: „daß man das Eisen in „den Fällen, wo es darauf ankommt, seine Stärke und „sein sehniges Gefüge zu erhalten, nicht länger als es „die höchste Noth erfordert, der Wirkung des Feuers „aussetzen muß; daß die Künstler genau beobachten „müssen, bis zu welchem Grad oder wie lange sie das „Eisen erhitzen können, damit es Sehnen erhält; daß „das Eisen durch ein 2 oder 3maliges Weißglühen ver„dorben wird; daß die Frischer das Eisen durch das Ab„löschen der Stäbe im Wasser verschlechtern u. s. f."

Um zu zeigen, daß das Eisen durch ein oftmaliges Glühen bis zum Schweißen oder bis zur völligen Weißglühhitze nicht allein nicht schlechter, sondern im Gegentheil zäher und stärker werde, stellte Herr du Coudray viele Versuche, theils mit eisernen Nägeln und Ringen, theils mit dem Ziehen des Eisens zu Drath an. Die Ringe wurden so lange mit angehängten Gewichten beschwert, bis sie reissen, da dann ihre **Stärke** oder die Größe des Widerstandes gegen das Zerreißen, durch die angehängten Gewichte bestimmt ward; die Bestimmung der **Zähigkeit** hingegen ergab sich dadurch, daß dasje-

nige

nige Eisen, welches sich zu dem dünnsten Drath ausziehen ließ, also die schwächste Nummer auf dem Drathzuge, ohne zu reißen, vertragen konnte, das zäheste seyn mußte. Ich will einige von diesen, in jener Abhandlung ausführlich beschriebenen Versuchen, ganz kurz mittheilen.

Zur Bestimmung der Stärke des Eisens durch das Zerreißen vermittelst angehängter Gewichte, nahm er ein gleichförmig gutes Stück Eisen mit körnigem Bruch von einem Zoll im Quadrat. Von diesem Eisen wurden 15 verschiedene Stücken in einer ungleichen Anzahl von Hitzen zu Stäben von 4 Linien oder $\frac{1}{3}$ Zoll im Quadrat (nach pariser Maaß) ausgereckt, und alsdann ergaben sich folgende Resultate:

No. 1. Mit 2 Hitzen ausgeschmiedet, brach bei einem angehängten Gewicht von	108	Centner
No. 2. Mit 3 Hitzen, brach bei	116	—
No. 7. Mit 8 Hitzen, brach bei	120	—
No. 12. Mit 13 Hitzen, brach bei	116	—

Dasselbe Eisen ward nun achtfach mit 20 Weißglühhitzen zusammengeschweißt oder gegerbt, und dann trugen die Ringe 118 bis 120 Centner, ehe sie brachen. Dabei ergab sich, daß der vorher körnige Bruch ganz sehnig oder adrig geworden war, und daß sich die Ringe beträchtlich verlängerten, ehe sie brachen. Herr du Coudray schließt daraus gegen den Herrn v. Büffon, daß dem Eisen das oftmalige Erhitzen nicht allein nichts schadet, sondern daß es dadurch sogar verbessert wird. Der andere Versuch mit dem Drathziehen ward mit einer Art spanischen, und mit zwei Arten Elsaßer Eisen angestellt, welches, besonders das spanische, durchgängig einen gleichförmig sehnigen Bruch hatte. Das Eisen ward mehreremale zusammengebogen, in einer starken Hitze geschweißt, gegerbt, und zu gewöhnlichen Drathzainen ausgereckt. — Spanisches Eisen, welches bei einer

einer Hitze ausgereckt war, hielt bis zum siebenten Loch im Zieheisen. Dasselbe Eisen in 13 Hitzen umgelegt und gegerbt, brach ebenfalls erst in diesem Loch. — Elsaßer Eisen in einer Hitze ausgereckt, brach im fünften Loch; mit 16 Hitzen umgebogen und gegerbt, hielt es bis zum siebenten Loch, und bei 39 Hitzen brach es im sechsten Loche. — Anderes Elsaßer Eisen hielt beim einmaligen Ausziehen bis zum fünften Loch; nachdem es 36 Hitzen erhalten hatte, und eben so oft umgeschmiedet war, brach es erst im zehnten Loch. — Diese Versuche beweisen augenscheinlich, daß ein gutes zähes Eisen durch oft wiederholtes Glühen nicht schlechter wird, wenn man nur verhindert, daß die trockne Hitze zu lange anhält, und wenn man das Eisen in der Schweißhitze mit glasigem Sand bedeckt hält, es auch nach jeder Hitze wieder ausschmiedet, weil ein gutes Eisen nur dadurch allein wieder seine vorige Zähigkeit erlangt, indem es durch das bloße langsame Glühen körnig und in diesem Zustand wirklich spröde wird. Eisen, welches durch wiederholtes Glühen, Schweißen und Ausschmieden wirklich besser und etwas zäher werden soll; muß daher vor dem Glühen spröde oder weniger zähe, aber durchaus nicht kaltbrüchig, sondern nur etwas stahlartig seyn, indem sich diese Eigenschaft durch die Wirkung des Feuers vermindert. Dies geht aus den im §. 72. und aus mehreren andern in den §§. 73. 74. angeführten Versuchen, aus denen sich auch ergiebt, daß der sprödeste Stahl durch diese Behandlung zu dem zähesten und weichsten Eisen ward, deutlich hervor. Es ist überdies eine bekannte Erscheinung, und wird noch weiter unten erwiesen werden, daß spröder und zu harter Stahl, durch das Gerben und Schweißen oder durch mehrmaliges Umlegen, vollkommen zähe und endlich zu Eisen wird, wenn er nämlich durch das Brennen im Stahlofen entstanden, oder wenn er Cementirstahl war. — Ich kann daher der Meinung des Herrn v. Büffon nicht beipflichten, wenn

er

er behauptet: „daß das beste oder feinste Eisen durch „das Schweißen zu Flintenläufen verdorben, und daß „das schlechtere Eisen dadurch verbessert wird, weshalb „man das letztere zum Rohrschmieden gebrauchen müsse." Vielmehr muß ich der Aeußerung des Herrn **du Coudray** beistimmen: „daß der Unterschied zwischen einem „vorzüglich guten und einem schlechteren oder gewöhnlichen Eisen darin besteht, daß der erstere eine stärkere „Hitze verlangt, ehe es in den teigartigen Schmelzzu„stand gebracht wird, welcher durchaus nöthig ist, um „zwei Stücken Eisen durch das Schweißen mit einander „zu verbinden; denn je reiner und zäher das Eisen ist, „desto größere Hitze erfordert es zum Schmelzen. Die „Ringe, welche bei den obigen Versuchen am meisten ge„gerbt wurden, waren auch am stärksten geschweißt, „und an diesen zusammengeschweißten Stellen brachen „die Ringe nie entzwei." Dies alles stimmt mit meinen eignen Erfahrungen überein.

Weil aber, wie ich schon oben bemerkt habe, ein an sich weiches und zähes Eisen, durch wiederholtes Glühen zwar weicher, aber nicht immer zäher werden kann; so thut man gut, lieber ein starkes, festes und etwas stahlartiges, als ein außerordentlich weiches Eisen, welches gewöhnlich kurzsehnig und nicht immer das zäheste ist, zum Laufschmieden zu nehmen. Bei einer andern Gelegenheit (§. 116) werde ich hierüber Mehreres anführen. Unter dem wiederholten Glühen verstehe ich solche Schweißhitze, bei welcher das Eisen durch guten Schweißsand nach der gewöhnlichen Verfahrungsart der Schmiede, gegen das Abbrennen so viel als möglich geschützt ist. Versteht man aber unter **Glühen** die vorher beschriebene trockene Hitze, und unter schlechterem Eisen dasjenige, welches blos etwas hart und stahlartig ist, so würde Hr. v. **Büffon** in einiger Rücksicht nicht Unrecht haben, vorzüglich wenn er unter dem feinsten Eisen dasjenige gemeint haben sollte, welches etwas kalt-

brüchig

brüchig ist. Daß aber nach seiner Behauptung gutes Eisen dadurch schlechter werden sollte, daß es von den Schmieden (wie diese es aus Bequemlichkeit wohl zu thun pflegen) mit Wasser abgekühlt wird, streitet gegen alle Erfahrung und gegen die oben (§. 70.) angeführten Versuche, woraus hervorgeht, daß das weiche Eisen durch das Ablöschen im Wasser wenig härter, das zähe durchaus nicht spröder, das kaltbrüchige etwas härter als vorher, und das harte stahlartige, welches ohne Ablöschen zähe seyn kann, dadurch zwar etwas spröde wird, daß diese Sprödigkeit aber durch ein einmaliges Glühen und Umschmieden wieder vergeht. Dies sind bekannte Thatsachen, welche Hr. **du Coudray** ebenfalls zu beweisen bemüht gewesen ist.

§. 76. Vom Verhalten des Eisens in der Schmelzhitze.

Die übrigen Veränderungen, welche die Glühhitze bei dem Eisen hervorbringen kann, z. B. die Verwandlung des geschmeidigen Eisens in Stahl und die des Roheisens in Stabeisen, werden wir in besondern Abtheilungen näher untersuchen. — Hier wollen wir nur im Allgemeinen sehen, welche Wirkungen ein höherer Hitzgrad oder die Schmelzhitze auf das Eisen hervorbringt, wobei ich unter Schmelzen den Uebergang eines Körpers aus der harten und festen Form in den tropfbarflüssigen Zustand, so daß man ihm durch das Gießen jede beliebige Gestalt geben kann, verstehe. — Jedes andere bekannte Metall, insofern es nämlich rein und ungemischt ist, schmelzt, oder wird bei einem gewissen bestimmten Grad der Hitze flüssig; aber das Eisen erfordert (wenn man seine drei verschiedenen Zustände, als Roheisen, Stahl und geschmeidiges Eisen, unter dieser allgemeinen Benennung begreift) zum Schmelzen sehr verschiedene Hitzgrade. Es giebt Roheisen, welches im Tiegel oder im verschloßnen Feuer fast bei demselben, oder doch bei einem nur wenig

wenig höhern Hitzgrad schmelzt, in welchem Kupfer flüssig ist; wogegen das weiche und geschmeidige Eisen in verschlossenen Gefäßen und in der allerstärksten Hitze, welche man durch Gebläse oder durch Luftzug nur bewirken kann, und worin die feuerfesten Gefäße nur aushalten wollen, fast ganz unschmelzbar bleibt.

Die bis jetzt bekannten Metalle erfordern zum Schmelzen verschiedene Hitzgrade, die vom niedrigsten bis zum höchsten Grad, in dieser Ordnung auf einander folgen.

Das **Quecksilber** kann bekanntlich in dem geringsten Grade der Wärme, den wir Kälte nennen, flüssig bleiben, und erstarrt erst in der heftigsten Kälte, die im Jahr 1772 in Sibirien 90 Grade unter dem Gefrierpunkt gewesen seyn soll *), und welche auch künstlich hervorgebracht oder vermehrt werden kann. Ob dieses Quecksilber vollkommen rein und von andern Metallen frei war, lasse ich dahin gestellt seyn.

Hiernächst schmelzt **Wismuth** in der niedrigsten Hitze, in dem Wärmegrad, bei welchem Baumöl kocht. **)

Dann folgt Zinn, welches schon flüssig wird, ehe das Leinöl zu kochen anfängt ***).

Das Blei schmelzt, wenn das Leinöl kocht, nämlich bei demselben Hitzgrad, in welchem das Quecksilber zu verrauchen, oder flüchtig zu werden anfängt, und in welchem das Eisen blau anläuft. †)

Zink folgt dem Blei, kommt aber erst beim Glühen in Fluß, oder wenn das Eisen alle Anlauffarben verloren hat, und wenn sich der Schwefel schon entzündet. ††)

Arsenik-

*) Bekanntlich erstarrt das Quecksilber schon bei einer Kälte von 32 Grad Reaum. oder 40 Grad Fahrenh. unter Null, und von diesem Grad an läßt sich die Temperatur der Atmosphäre durch Quecksilberthermometer daher nicht mehr messen und angeben.

**) Ungefähr bei 460 Grad Fahrenh.

***) Zinn schmelzt schon bei 420 Grad Fahrenh. und ist daher, wenn nicht leichtflüssiger, doch wenigstens eben so leichtflüssig als Wismuth.

†) Bei 540 Grad Fahrenh.

††) Etwa bei 700 Grad Fahrenh.

Arsenikkönig erfordert den ersten Glühegrad des Eisens zum Schmelzen, indeß kommt er nicht eher recht völlig in Fluß, als wenn er sich in Rauch verflüchtiget, welches geschwinder als beim Zink der Fall ist. *)

Spiesglanzkönig erfordert Rothglühhitze zum Schmelzen **), und darauf folgt der

Kobaltkönig, der erst bei der lichtrothen Glühhitze in Fluß kommt.

Nickelkönig erfordert einen noch etwas höheren Hitzgrad, ehe er in Fluß kommt, doch ist er nicht so strengflüssig, als die folgenden edlen und Ganzmetalle. ***)

Silber scheint bei der Weißglühhitze flüssig zu werden †), und zwar etwas früher als

Gold, welches erst in einer noch größern Hitze in einen recht lauteren Fluß kommt. ††)

Kupfer bedarf eines noch höhern Hitzgrades, ehe es so flüssig wird, daß es sich gießen läßt. †††)

Braunsteinmetall ist zwar bis jetzt nur noch wenig bekannt, aber aller Wahrscheinlichkeit nach erfordert es eine sehr starke, vielleicht eben so große oder noch größere Hitze, als

Eisen, welches im gereinigten, weichen und geschmei-

*) Das Arsenik fängt schon bei 360 Grad Fahrenh. an sich zu verflüchtigen und in Dämpfen wegzugehen; bei einer gehörigen Bedeckung mit Kohlenstaub, kommt es aber erst bei 726 Graden Fahrenh. in Fluß.

**) Bei 810 Grad Fahrenh.

***) Die Schmelzpunkte des Kobalt und Nickel sind nicht genau bestimmt, weil es äußerst schwer hält, sie ganz rein zu erhalten. Im reinen Zustande scheinen beide eine eben so starke Hitze als das Kupfer zum Schmelzen zu erfordern.

†) Etwa bei 1000 Gr. Fahrenh.

††) Ungefähr bei 1300 Gr. Fahrenh.

†††) Bei 1450 Gr. Fahrenh.

schmeidigen Zustande bisher immer für das strengflüssigste Metall *), das zum Schmelzen die größte Hitze erfordert, angesehen ward, bis man das

Platin kennen lernte, welches unter den jetzt bekannten Metallen das allerstrengflüssigste ist **).

Bei dieser Vergleichung der Metalle unter einander in Rücksicht ihrer Schmelzbarkeit ist vorausgesetzt, daß sie sich im möglichst reinen Zustande befinden, daß sie ganz unvermischt sind und daß sie in einem verschlossenen feuerfesten Gefäß, ohne Zusätze, geschmolzen werden. Fällt eine von diesen Bedingungen weg, so verändert sich der Hitzgrad zum Schmelzen außerordentlich, wovon das leichtflüßige Metallgemisch aus Wismuth, Zinn und Blei (§. 48.) ein Beispiel giebt. Diese Mischung schmelzt leichter als jedes von den Metallen einzeln genommen, und zwar in dem Wärmegrad, bei welchem Wasser kocht; es ist sogar noch flüssig, wenn man den Tiegel schon mit der Hand anfassen kann. — Auch die übrigen Metalle werden größtentheils durch die Vermischung mit einander leichtflüßiger. Gerade so verhält es sich auch mit dem Eisen; indeß giebt es nur wenige Metalle, die sich mit dem geschmeidigen Eisen verbinden (vergl. die 6. Abtheilung). Außer dem Gold und Silber können fast nur Zinn, Kobaltkönig, Nickel, Arsenik und Magnesium in sehr unbedeutender Quantität mit dem Eisen verbunden werden, und zum schnelleren Schmelzen desselben etwas beitragen. In der Natur kommen diese Metalle indeß, das Braunsteinmetall ausgenommen, sehr selten oder gar nicht mit dem Eisen verbunden vor. Die neueren Chemiker haben gezeigt, daß sich das Braun-

*) Man schätzt die Hitze, bei welcher das Mangan und Roheisen in Fluß kommen, auf 1600 Gr. Fahrenh.

**) Das Platin ist allerdings viel strengflüssiger als das Roheisen, allein das weiche Stabeisen hat bisher, so viel ich weiß, noch nicht geschmolzen werden können. War dies wirklich der Fall, so geschah es mit Verlust seiner Eigenschaften und es ward entweder zu Stahl oder zu Roheisen.

Braunsteinmetall in den mehrsten, wenn nicht in allen Erzen und Eisenarten befindet, und daß es die Verschiedenheiten der Eisenarten in Rücksicht ihrer Leichtflüssigkeit u. s. f. hervorbringt. Man lese hierüber Hrn. Bergman's Abhandlung, welche im Jahr 1781 unter dem Titel: Analysis ferri, vom Hrn. Gadolin herausgegeben ist, und Hrn. Hjelm's Versuche über die Gegenwart des Braunsteins in den Eisenerzen (Abhandl. d. Schwed. Akademie d. Wissenschaften für das Jahr 1778) die vom Hrn. Hofapotheker Meyer in Stettin wiederholt und bestätigt worden sind (verglichen mit §. 77, 12). Außer diesem neuen, noch wenig bekannten Halbmetall und seinem Erz, dem gewöhnlichen Braunstein, können vorzüglich Arsenik, Schwefel, feuerbeständige brennbare Körper und zweckmäßige Flüsse, die Strengflüssigkeit des Eisens vermindern.

Aber auch durch das Schmelzen im offenen Feuer, oder zwischen Kohlen, wird das Eisen leichtflüssiger, wie wir weiter unten sehen werden.

§. 77. Vom Schmelzen des geschmeidigen Eisens im verschloßnen Feuer, ohne Zusätze.

Unter verschloßnem Feuer verstehe ich einen Tiegel oder ein feuerbeständiges Gefäß, worin das Eisen liegt, ohne mit den Kohlen unmittelbar in Berührung zu kommen. Dieses Schmelzen des Eisens kann entweder ohne Zusätze, oder mit Zusätzen geschehen.

1. Ohne Zusätze oder für sich allein versuchte ich ein Stück geschmeidiges und weiches Eisen in einem verklebten Tiegel bei einer außerordentlich starken anderthalbstündigen Hitze, die so stark war, als ich sie in einem Schmiedeheerd durch das stärkste Gebläse nur hervorbringen konnte, zum Schmelzen zu bringen, allein es erfolgte keine andere Wirkung, als daß kleinere Stücken aneinander backten, welches von dem Glühspan oder von der Schlake, die in Fluß gekommen war, herrührte.

2. Ich

2. Ich nahm einige Nägel von demselben Eisen, knetete sie in sehr feuerfesten französischen Thon, und trocknete diesen sehr behutsam, damit er keine Risse erhalten konnte. Darauf legte ich ihn auf den Fuß eines hessischen Schmelztiegels, unterhielt die stärkste Hitze durch Birkenkohlen, und ließ das Gebläse ebenfalls anderthalb Stunden lang gehen, bis der feuerfeste Thonbeschlag und der Fuß des Tiegels zu schmelzen anfingen. Als ich den Beschlag nach dem Erkalten abnahm, fand ich die Nägel unbeschädigt, und nur an den Stellen, die sich einander berührt hatten, etwas zusammengebacken, indeß ließen sie sich durch einen einzigen Hammerschlag leicht trennen. Das Eisen hatte sich in sprödes und poröses Roheisen verwandelt.

3. Nach diesen Versuchen konnte ich lange nicht begreifen, was Hr. Polhem in seinem patriotischen Testament S. 99 eigentlich gemeint hat, wenn er die beiden Enden eines Drathringes, ohne alles Schlagloth blos dadurch zusammenzulöthen versichert, daß man die Enden dicht aneinander legt, sie mit Krystallglas bedeckt, und in einen weißglühenden Zustand versetzt. Ich habe diesen Versuch mehrere male, aber ohne Erfolg wiederholt. Das Glas schmolz zwar schnell, und bewahrte das Eisen gegen den Abbrand, aber das Eisen kam auch in der stärksten Hitze nicht zum Schmelzen, und daher konnten die Enden des Ringes auch nicht aneinander schweißen. Wie mir scheint, kann ein solches Zusammenschweißen nur dadurch geschehen, daß ein Stück Eisen in dem Augenblick des Schmelzens in das andere eingedrückt wird, welches aber in diesem Fall nicht geschieht. Wenn sich die Enden nämlich im kalten Zustande (wegen der Spannkraft des Eisens) auch noch so stark gegen einander pressen, so vergeht diese Elasticität doch sehr schnell im Feuer, und man findet die Enden des Ringes nach dem Erkalten immer etwas auseinander klaffend. Als ich durch einen Zusatz, z. B. durch Kohlenstaub, Pyr-

mason-

masonstein u. s. f., wirklich ein Zusammenbacken bewirkt hatte, bestand die Löthung eben so wie bei dem vorigen Versuch mit den Nägeln, blos aus sprödem Roheisen, welches bei dem geringsten Hammerschlag brach, und daher die ganze Arbeit vergeblich machte.

4. Dieser Versuch ward nun noch zweimal in einer stärkern Hitze wiederholt. Ich nahm mehrere kleine Enden Eisendrath von weichem Eisen von der Stärke von No. 6., wie er zu den gewöhnlichen Stricknadeln gebraucht wird, und legte sie mit einigen kleinen Ringen Rolldrath oder Clavierdrath No. 7. in einen hessischen Tiegel. Die Dräthe lagen sämmtlich in einem Pulver von gewöhnlichem grünen Bouteillenglas, und die größeren Drathenden wurden absichtlich kreutzweise übereinander gelegt. Der Tiegel ward offen mit der Glasdecke in einen Windofen gestellt, und einem möglichst starken Zuge zwei Stunden lang ausgesetzt. Nach dem Erkalten war das Glas sehr gleichförmig geschmolzen, dicht und hart; es hatte eine dunklere mehr schmutzig grüne Farbe als vorher, und bedeckte den Eisendrath vollkommen. Beim Zerschlagen des Tiegels zeigte sich folgendes:

a. Die gröberen Drathenden, welche zunächst am Boden des Tiegels lagen, waren zwar nicht in Fluß gekommen, aber doch zum Theil von der Hitze und von der Wirkung des Glases so angegriffen, daß sie mehr oder weniger spröde geworden waren, und beim geringsten Schlag entzwei sprangen. Obgleich das Eisen, woraus der Drath bestand, ganz sehnig oder adrig war, bekam es doch im Bruch ein körniges weißglänzendes Ansehn wie frisch gebrannter Stahl. In der Glühhitze ließen sich die Dräthe recht gut schmieden, aber in der Kälte behielten sie mehrentheils Sprödigkeit, und gaben nach dem Ablöschen im Wasser keine Spur von stahlartiger Natur zu erkennen.

b. Ei-

b. Einige von diesen Dräthen, welche kreutzweise über einander gelegen hatten, saßen an den Punkten wo sie sich durchkreuzten, ziemlich fest zusammen, und es schien mir besonders merkwürdig, daß das Eisen an diesen zusammengeschweißten Stellen so zäh war, daß ich den Drath ziemlich hin und herbiegen konnte, ehe er dort brach, obgleich sich der Drath selbst sehr spröde verhielt.

c. Der feine Drath war zum Theil in einen kleinen Klump zusammengeschmolzen, der das Ansehn des spröden Roheisens und einen funkelnden Bruch, wie kaltbrüchiges Eisen hatte. Die daran sitzenden feinen Drathenden waren eben so spröde als der größte Theil der feinen Drathringe, welche gar nicht geschmolzen, sondern nur hin und wieder zusammengeschweißt waren. An den zusammengeschweißten Stellen waren sie überall ganz spröde.

d. Uebrigens war der gröbere Drath sowohl als der feinere durchgängig blank, und durch das Glas gegen allen Abbrand oder Glühspan geschützt geblieben, nur äußerlich war er gelb, blau und violett angelaufen. An den Stellen wo er ganz blank geblieben und nicht angelaufen war, brach er am schnellsten bei dem geringsten Biegen.

Es geht hieraus zwar die Möglichkeit, kleine Ringe auf solche Art zusammenzuschweißen, hervor, die Enden müssen aber zugespitzt seyn und übereinander gelegt werden, auch muß man eine langsame Schweißhitze anwenden, damit die Ringe nicht zu spröde werden. Die Sprödigkeit schien blos vom Glase herzurühren, welches dem Eisen in diesem großen Hitzgrad zu viel Brennbares, woran es ohnedies Mangel litt, entzog. Ein stärker phlogistisirtes Eisen würde in dieser Hitze wahrscheinlich weniger von seiner Geschmeidigkeit verloren haben. Auch kann das Alkali im Glase vielleicht etwas zum Schmelzen oder zur Sprödigkeit des Eisens beigetragen haben. Die Versuche des Hrn. **Gerhard** über den

Zusatz

Zusatz des grünen Glases beim Frischen des Eisens *), beweisen ebenfalls daß das Glas dem Eisen Sprödigkeit mittheilt, ob es gleich den Abbrand vermindert. Sollte nicht vielleicht das Alkali des Glases durch seine Verbindung mit der Säure des Eisens etwas zu dieser Sprödigkeit beitragen können?

Bei einem andern Versuch, wobei die Hitze so stark war, daß der hessische Tiegel zu schmelzen anfing, waren die Eisendräthe vollkommen zusammengeschweißt, weich und blank, so daß also die Angabe des Hrn. **Polhem** ihre Richtigkeit hat **).

5. Hr. **Horn**, ein unterrichteter Eisen- und Stahlhüttenmann, führt in seinen Essays concerning iron and steel S. 156 ***) an, daß er das Stabeisen in der allerstärksten Hitze nicht weiter habe zum Fluß bringen können, als daß es sich in kleine Stücken theilte, die aber nicht die zum Gießen erforderliche Flüssigkeit erhielten, sondern sich in ein röthliches Pulver verwandelten, worin sich kleine, locker zusammenhängende Körnchen befanden. Mehrere Andere haben sich ebenfalls vergeblich bemüht, Stabeisen zum Fluß zu bringen.

6. Ob sich das geschmeidige und weiche Eisen im verschlossenen Feuer mit Beibehaltung seiner Weichheit ohne Zusätze, wirklich schmelzen und so flüssig darstellen läßt, daß man es in Formen gießen kann, will ich unentschieden lassen, ich habe mich wenigstens nie davon überzeugen können. Weiter unten (§. 89, 3.) wird zwar ein Beispiel von einem ganz weichen und geschmeidigen Stück

*) S. 706 der Anmerkungen zu Jars metallurg. Reisen im zweiten Bande.

**) Dies Zusammenschweißen, ohne mechanischen Druck, ist immer nur zufällig, und in den Fällen, wenn die Verbindung wirklich durch das Flüssigwerden der Enden des Eisens bewirkt ward, hatte das letztere auch gewiß seine Natur verändert und war Stahl geworden.

***) Herausgekommen zu London 1773. Eine deutsche Uebersetzung ist nicht vorhanden.

Stück Eisen angeführt werden, welches, zum Beweise, daß es wirklich im Fluß gewesen ist, mit einer gelbbraunen glasigen Schlacke umgeben, in einer quarzigen Gebirgsart vorkam, die, ohne geschmolzen zu seyn, aus dem Hohenofen genommen ward; ob es aber in diesem Zustande als geschmeidiges Eisen in Fluß gekommen, oder ob es erst aus dem Erz reducirt und im Zustande des Roheisens flüssig gewesen ist, und hernach durch die Wirkungen der Hitze und des Feuers, also durch eine Art von Kalcination zu geschmeidigem Eisen geworden war, läßt sich nicht mit Sicherheit ausmitteln; das letztere ist aber sehr möglich, wie man durch viele Versuche darthun kann *). Versuche im Kleinen zeigen auch, daß sich Eisenfeilspan im verschloßnen Tiegel zu einem geschmeidigen Korn schmelzen läßt; dies beweist aber nur, daß sich die Feilspäne im Zustand einer teigartigen Masse, aber keinesweges, daß sie sich auch im tropfbarflüssigen Zustand befunden haben.

7) Ganz anders verhält es sich, wenn das Eisen mit so vielem Brennbaren verbunden ist, daß es sich in Stahl verwandelt, der bekanntlich durch einen Zusatz von Flüssen im Tiegel dergestalt geschmolzen werden kann, daß er sich gießen läßt. Durch einen noch größeren Zusatz von Phlogiston, oder durch den Uebergang in Roheisen wird das Eisen noch leichtflüssiger, wovon weiter unten ausführlicher gehandelt werden wird **).

8. In der Hitze, welche Tschirnhausische Brennspie-

*) Das Frischeisen, welches sehr häufig in den Hohenofengestellen vorkommt, war ebenfalls vorher Roheisen.

**) Das ganze Geheimniß der Gußstahlbereitung besteht eigentlich nur darin, daß das Stabeisen mit gehörigen Quantitäten von solchen Kohlenstoff- und Kohlensäurehaltigen Substanzen geschmolzen wird, die dem Eisen nicht mehr Kohlenstoff mittheilen, als es nöthig hat, um als Stahl zu erscheinen. Durch zu viel Kohlenstoff würde es zwar noch leichtflüssiger, aber entweder sehr wilder Stahl, oder gar Roheisen werden, und dies ist wohl gewöhnlich die Ursache des Mißlingens der Gußstahlfabrikation im Großen.

spiegel und große Brenngläser geben, soll ein Eisendrath zwar augenblicklich, so wie er nur in den Brennpunkt gebracht war, verbrennen; allein er verwandelt sich dabei in eine schwarze Schlacke, und verliert also seine metallischen Eigenschaften, so daß dies nicht eigentlich ein Schmelzen in verschlossenen Gefäßen, wobei die Zerstöhrung des Eisens vermieden wird, wovon hier eigentlich die Rede ist, genannt werden kann. Ein solches Schmelzen des Eisens zu Schlacke geht bekanntlich auch in dem Augenblick des Feuerschlagens vor, wenn gehärteter Stahl gegen Kieselsteine gerieben wird. Die kleinen Stahltheilchen, welche vom Kiesel abgerieben werden, schmelzen in dem Augenblick wirklich, aber sie werden zu kleinen runden Schlackenperlen, wovon man sich bald überzeugen kann, wenn man die Theilchen auf reinem Papier auffsammelt, und unter dem Vergrößerungsglase untersucht. Auch feine Eisenfeilspäne schmelzen, wenn man sie durch eine Lichtflamme bläst, mit Knistern zu solchen kleinen Schlackenperlen, und eben dieses findet auch bei einem feinen, breit geschlagenen Eisendrath statt, der in die Lichtflamme gehalten wird.

9. Hart gebrannter und sogenannter unbändiger Brennstahl, den ich zu kleinen Körnern zerschlagen hatte, ließ sich mit einem Zusatz von Kochsalz (welches den Abbrand verhindern sollte) in einem verklebten Tiegel vor einem starken Gebläse einer Schmiedeesse, dem er zwei Stunden lang ausgesetzt gewesen war, nur zu einer spröden, undichten Roheisenmasse schmelzen, welche im Bruch eine graue Farbe hatte, und auch gegen die Feile weich war, sich aber weder kalt noch warm schmieden ließ, sondern sich durchgängig als Roheisen verhielt *).

10. Gaares, schwarzgraues Roheisen, welches aus Erzen erblasen war, die etwas Rothbruch hatten, kam in

*) Ich darf nicht erst bemerken, daß eben dieser unbändige Brennstahl durch das Schmelzen mit Stabeisen, oder mit einer kleinen Quantität von reinem Eisenoxid, in einer starken Hitze, bei gehöriger Behandlung, Gußstahl gegeben haben würde.

in einem bedeckten Tiegel, ohne Zusätze, schon nach einem halbstündigen Blasen in Fluß. Eine andere graue Roheisenart aus Dürrsteinerzen war etwas strengflüssiger, eben so auch das grelle, weiße Roheisen, welches schneller und leichter in Fluß kommt, wenn man es im offnen Feuer oder zwischen Kohlen schmelzt, wovon ich weiter unten ausführlicher reden werde.

11. Die eigentliche Ursache des Schmelzens des Eisens und der übrigen Metalle, oder der Grund, weshalb sie aus dem festen Zustande in den flüssigen übergehen, liegt ohne Zweifel in der ausdehnenden Kraft des Feuers, welche die Theilchen mehr von einander entfernt und ihre gegenseitige Anziehung aufhebt, so daß man sie mit der geringsten Kraft verschieben kann, welches eine von den Eigenschaften der flüssigen Körper ist. — Nach allen Erfahrungen haben die Theilchen des Eisens von allen Metallen den stärksten Zusammenhang unter einander, oder üben gegenseitig die größte anziehende Kraft aus, welches die Zähigkeit und die Stärke des Eisens beweisen. Auch die Eisenerze oder die Eisenerden sind strengflüssig, und daher ist es nicht zu verwundern, daß dies Metall einen so außerordentlich hohen Hitzgrad zum Schmelzen erfordert. Je mehr Brennbares das Eisen aber enthält, desto mehr Nahrung kann die Feuermaterie darin finden, oder desto mehr Feuermaterie wird das Eisen aufnehmen, und in eben diesem Grade geschieht dann auch das Auseinandertreiben der Theilchen, sobald sie nur in Bewegung gesetzt werden. Es ist daher leicht einzusehen, daß sich das Eisen, welches mehr Feuermaterie in sich hat, durch eine und dieselbe ausdehnende Kraft auch mehr ausdehnen muß, als dasjenige, welches weniger davon enthält. Daher rührt es auch, daß die verschiedenen Eisenarten so sehr verschiedene Hitzgrade (welche mit ihrem Gehalt an Phlogiston, der außerordentlich veränderlich ist, im Verhältniß stehen) zum Schmel-

Schmelzen erfordern. Deshalb muß auch das am mehrsten gaare, oder phlogistische Roheisen zuerst zu schmelzen anfangen, und dann durch alle Stufen des geringeren Gehalts an Phlogiston hindurch, bis zu dem Zustand, worin man es zuerst unbändigen Stahl zu nennen pflegt, immer einen größeren und größeren Hitzgrad nöthig haben; hierauf muß der harte und dann der weiche Stahl folgen, an dem sich das stahlartige Eisen und endlich an diesem das weniger harte bis zu dem weichsten Eisen anschließt, welches letztere offenbar das wenigste Brennbare enthält, und daher den allergrößten Grad der Hitze zum Schmelzen verlangt. Die Schmelzung geht indeß schneller vor sich, wenn man die im folgenden Paragraph anzuführenden flußbefördernden Mittel anwendet.

Hieraus würde folgen, daß ein gut gebrannter Eisenkalk, weil er noch weniger Phlogiston enthält, auch eine noch größere Hitze zum Schmelzen nöthig habe. Dies ist auch wirklich der Fall, und man kann sich davon überzeugen, wenn man Roheisen langsam glühend macht, so daß es sich auf der Oberfläche mit einem dicken Glühspan oder mit einer Schlackenrinde überzieht, unter welcher das Eisen zugleich einen gewissen Grad von Geschmeidigkeit erhält. Verstärkt man die Hitze, nachdem sich eine solche Rinde gebildet hat, so kommt das inwendige nicht verbrannte Eisen in Fluß, und drängt sich durch die Schlackenrinde durch, welche, ohne zu schmelzen, als ein leerer Körper oder als ein Futteral zurückbleibt, und äußerlich aus Schlacke oder aus verkalktem Eisen, inwendig aber aus einer geschmeidigen Eisenhaut besteht, die in dieser Hitze nicht schmelzbar ist. Befand sich der Eisenkalk in dem Zustande eines feinen Pulvers, so schmelzt er in einer starken Hitze zu Glas. Diese Schmelzbarkeit wird dadurch sehr befördert, daß der Eisenkalk eine große Anziehung zum Phlogiston hat, welches er durch den Tiegel aus dem Feuer anzieht, und dadurch schmelzbarer wird. Daher rührt es auch, daß

der Eisenkalk, sowohl im Tiegel als auch im offnen Feuer, früher oder später in Fluß kommt, je nachdem die dabei statt findenden Nebenumstände verschieden sind.

12. Meyer in Stettin hat in seinen Versuchen mit der von dem Hrn. Prof. Pallas in Sibirien gefundene Eisenstuffe *), nicht allein das sibirische, sondern auch mehrere andere Eisenarten ohne und mit Zusätzen zu schmelzen versucht. Ich will einige von diesen Versuchen zur Bestätigung des vorhin Gesagten anführen.

A. Das Sibirische Eisen, allein und ohne Zusätze, aber mit der Steinart, in welcher es vorkommt, blieb in einer zweistündigen starken Windofenhitze ganz unverändert und auch ganz blank auf der Oberfläche. Dasselbe Stück ward im Heerde eine Stunde lang der stärksten Hitze vor dem Gebläse ausgesetzt, allein es behielt seine Eigenschaft und schien nur unten am Boden des Tiegels etwas abgerundet und zu einer schwarzen Schlacke geschmolzen zu seyn, die den Tiegel durchbohrt hatte.

Dasselbe Eisen, ausgereckt und von der Bergart gänzlich befreit, konnte auf keine Weise zum Schmelzen gebracht werden, obgleich der Tiegel, worin es sich befand, eine Stunde lang der heftigsten Hitze vor dem Gebläse ausgesetzt war. Auch bei einem Zusatz von gleichen Theilen Weinsteinsalz, rohen Fluß, weißen Sand, und Kohlenstaub, so wie mit rohen Fluß, Glasgalle, weißen Sand, Kalk und Kohlenstaub wollte es nach zweistündigem Blasen nicht in Fluß kommen, sondern es entstand blos eine schwarze glasige Schlacke, und das ungeschmolzene Eisen war so spröde geworden, daß man es unter dem Hammer zerpulvern konnte.

B. Ein Stück schwedisches zähes Stabeisen verhielt sich eben so und hatte sich erst nach einem zweistündigen

*) Beschäftigungen d. Berliner Gesellsch. naturf. Freunde B. II. S. 542 u. f. und B. III. S. 385. Fortgesetzt in den Schriften d. Berl. Ges. naturf. Freunde B. I.

digen Blasen am Boden des Tiegels etwas abgerundet, und eine schwarze Schlacke angesetzt, die sich durch den Tiegel fraß.

C. **Schwedisches Eisen**, welches etwas **rothbrüchig** war, verhielt sich in derselben Hitze eben so unschmelzbar.

D. **Kaltbrüchiges deutsches** Stabeisen blieb nach einem dreiviertelstündigen Blasen ebenfalls unverändert. Auch ein Stück **Steyermärkischer Stahl** ließ sich durch ein halbstündiges Blasen nicht zum Schmelzen bringen, ward aber etwas zäher.

Durch einen bloßen Zusatz von Kohlenstaub verhielten sich aber die eben genannten Eisenarten ganz anders, nämlich:

E. Das **Schwedische** Stabeisen (B) fand sich, nachdem es im Kohlenstaub eine Stunde lang dem Gebläse ausgesetzt gewesen war, völlig geschmolzen auf dem Boden des Tiegels; allein es war so spröde, daß es durch ein paar Hammerschläge zersprang.

F. Der Steyermärkische Stahl schmolz in einer Zeit von $\frac{3}{4}$ Stunden und nahm dabei etwas am Gewicht zu, allein er ward auch zugleich sehr spröde unter dem Hammer. Als Hr. Meyer den Stahl zum zweiten mal mit Kohlenstaub umschmolz, ergab sich dasselbe Resultat; er ließ sich alsdann ohne Zusätze schmelzen, blieb aber immer gleich spröde.

G. Ein Stück von dem **gediegenen sibirischen Eisen** schmolz in einer Zeit von $\frac{3}{4}$ Stunden mit Kohlenstaub ebenfalls zu einem spröden Korn, welches unter dem Hammer brach; es ließ sich indeß zum Theil feilen und war äußerlich mit kleinen Schuppen oder mit Glimmer bedeckt.

Dagegen ließen sich alle Roheisenarten bei demselben Hitzgrad in einer Zeit von einer halben Stunde, im Tiegel schmelzen und gießen, statt daß das geschmeidige

Eisen

Eisen in der stärksten Hitze nur zu Schlacke geschmolzen werden konnte. Hr. Meyer zieht hieraus die Schlüsse:

a. Daß der Stahl sowohl als das Stabeisen beim Schmiedeproceß ihr Brennbares größtentheils verloren haben, weil sie ohne einen Zusatz davon weder schmelzen noch flüssig werden wollten.

b. Daß das Eisen durch den Zusatz des Brennbaren leichtflüßiger, aber auch spröder wird, und daß es sich feilen läßt, wenn es auch noch so viel Brennbares enthält.

c. Daß sich in dem Roheisen, so wie es beim ersten Schmelzen aus den Erzen ausgebracht wird, noch ein anderer Bestandtheil, welcher die leichtere Schmelzbarkeit und die größere Sprödigkeit, so wie die Härte gegen die Feile verursacht, befinden muß.

Die ersten beiden Schlüsse stimmen mit der Erfahrung überein; daß aber das Roheisen leichtschmelzig und hart seyn kann, ohne einen anderen fremden Bestandtheil als das Brennbare zu enthalten, und daß selbst das mit Phlogiston überlastete Roheisen eben so weich, und noch weicher als Stabeisen seyn kann, werde ich an einem andern Ort darthun. Die Erwähnung jener Versuche hatte diesmal nur den Zweck, die Strengflüssigkeit des geschmeidigen Eisens zu bestätigen, worin alle älteren und neueren Chemiker übereinstimmen. Hr. Henkel bemerkt in seiner Pyritologie S. 413, daß er das geschmeidige Eisen auch selbst mit einem Fluß aus gleichen Theilen Glas, schwarzen Fluß, Borax und Weinsteinsalz in der heftigsten Hitze eines schnell ziehenden Windofens nicht habe in Fluß bringen können.

§. 78. Vom Schmelzen des Eisens im Tiegel mit Zusätzen.

Ich habe eben gezeigt, daß das Eisen und der Stahl im Allgemeinen, im verschloßenen Feuer, oder im

im Tiegel, entweder gar nicht, nach ihrem größeren oder geringerem Gehalt an Brennbarem, früher oder später in Fluß kommen. Jetzt werden wir sehen, daß das geschmeidige Eisen, welches in der stärksten Hitze fast unschmelzbar ist, schon in einer mittelmäßigen Weißglühhitze schmelzen kann, und zwar blos durch einen Zusatz von

1. Kohlenstaub. Der Beweis ergiebt sich theils aus den schon vorhin angeführten, theils aus den weiter unten (§. 289) beim Stahlbrennen anzuführenden Versuchen.

a. Wenn man kleine Eisenzaine mit reinem Kohlenstaub in einen Tiegel bringt, und diesen 3 bis 4 Stunden lang im Windofen ohne allen Zug, und nur in einem solchen Hitzgrade, daß das Kupfer kaum in Fluß kommen würde, stehen läßt, so findet man sehr oft, daß die Zaine zu kleinen Klumpen zu schmelzen anfangen, und daß an den Stellen, die vielleicht zufällig durch einen unvermeidlichen kleinen Zug stärker erhitzt worden sind, kleine Tropfen ausschmelzen. Es läßt sich indeß hierbei nicht behaupten, daß das reine, weiche und zähe Eisen selbst geschmolzen sey, sondern es ging erst, nachdem es zu Stahl geworden war, in Schmelzung über, welches daraus hervorgeht, daß der nicht geschmolzene Theil des Eisenzains feiner, reiner und harter Stahl war, und daß das geschmolzene Eisen, welches entweder als ein großes Korn auf dem Boden des Tiegels lag, oder noch am Stabeisen fest saß, alle Eigenschaften des grauen, feinkörnigten Roheisens zeigte, indem es gegen die Feile weich war, aber sich weder warm noch kalt unter dem Hammer verarbeiten ließ. Es war daher mit Phlogiston übersättigter Stahl, der zu Roheisen geworden war, und seine Geschmeidigkeit verloren hatte *).

b. Bei einem anderen Versuch brachte ich Stäbchen von geschmeidigem Eisen, von Stahl und von Roheisen

*) Clouet hat gezeigt, daß bei einer heftigeren Hitze und bei gehörigen Quantitäten Kohlenstaub wirklich Gußstahl entsteht.

eisen mit Kohlenstaub in einen Tiegel, setzte diesen in denselben Windofen und gab etwas stärkere Hitze als zum Stahlbrennen nöthig ist. Das Roheisen war im Tiegel ganz niedergeschmolzen, der Stahl aber mit andern Stücken zusammengeschweißt, und hatte eine rauhe Oberfläche, die mit ausgeschmolzenen Tropfen und mit Glimmer bedeckt war; alles Beweise, daß er sich durch das Uebermaaß von Phlogiston schon wirklich auf dem Punkt der Schmelzung befunden habe, welches dadurch noch mehr bestätigt wird, daß er nach dem Härten im Wasser spröder als Roheisen ward, und sich zu einem Mörtel zerpulvern ließ. Das Stabeisen veränderte sich in dieser Hitze zwar in spröden Stahl und bekam auch ein Uebermaaß von Brennbarem, allein es war diesmal doch nicht wirklich in Fluß gekommen. Es ist auffallend, daß sich das Eisen mit dem Brennbaren so überladen kann, daß es vom Zustande der größten Weichheit durch alle Grade seiner verlornen Geschmeidigkeit hindurch geht, bis es endlich als der vorhin (§. 62, 4.) erwähnte schwarze Glimmer zum Vorschein kommt, der zuweilen mehr als den $\frac{3}{4}$ten Theil an Phlogiston und an flüchtigen Theilen enthält, die beim Glühen im offnen Feuer und unter Zutritt der Luft fortgehen, aber beim Glühen in verschloßnen Gefäßen, eben so wie der Kohlenstaub, eine anhaltende und starke Hitze vertragen können, ohne flüchtig zu werden.

c. Bei einer andern Gelegenheit setzte ich einen Tiegel, worin ich einige Stäbchen zähes und einige Stäbchen ganz kaltbrüchiges Luxenburger Stabeisen, mit einer gehörigen Menge Kohlenstaub gethan hatte, in einen bei einem Walzwerk befindlichen Glühofen, worin die Hitze nicht größer war, als um das kaltbrüchige Eisen, woraus Zaineisen zur Nagelfabrikation gewalzt werden sollte, weißglühend zu machen. Nach einigen Stunden fand ich aber dennoch, daß die kaltbrüchigen Stäbchen mehrentheils zur Hälfte geschmolzen waren, und

daß

daß sie statt der vorigen viereckigen eine runde Gestalt erhalten hatten, wogegen das zähe Eisen aber noch nicht mehr Brennbares aufgenommen hatte, als nöthig war, um ein guter Stahl zu werden. Es geht daraus hervor, daß das kaltbrüchige Eisen leichtflüssiger ist, als das zähe, daß aber auch das erstere nicht ohne einen Zusatz von Kohlenstaub geschmolzen werden kann.

d. Alle andere Mischungen von feuerbeständigen brennbaren Körpern, durch welche geschmeidiges Eisen in Stahl verwandelt werden kann, befördern das Schmelzen desselben ebenfalls. Das Stahlcementirpulver des Hrn. v. **Reaumur** (§. 269) läßt sich daher zu diesem Zweck noch füglich anwenden. Außer mehreren anderen mit demselben angestellten Versuchen, brachte ich auch eine kleine Stange stahlartiges Eisen, welche vorher mit einem Pulver von groben Bouteillenglas vermittelst des gewöhnlichen Tischlerleims überzogen war, mit jenem Reaumurschen Pulver in einen Tiegel. Bei einer mäßigen Stahlbrennhitze, in welcher andere Stücken Eisen, die in demselben Tiegel lagen, nur als ein guter Stahl zum Vorschein kamen, war der mit Glas bedeckte Stab von dem Glase stark angegriffen, und an seinem untern Ende wie ein Klump zusammengeschmolzen; unter der Glasdecke war er ganz weiß und blank, und hatte sich in Stahl verwandelt, der sich kalt und warm schmieden ließ. Es scheint also, daß das Glas und das Härtepulver das Eisen abgehalten haben, mehr Phlogiston aufzunehmen, als nöthig war, um ein guter Stahl zu werden.

e. Wenn die Hitze in einem Stahlofen zu groß wird, und wenn er schlecht geht, oder wenn eine Stahlkiste eine Oeffnung bekommt, in welche Zugluft eindringen kann, so schmelzen die schon in Stahl übergegangenen Stäbe, wie dies jedem Stahlhüttenmann bekannt ist, in beträchtlichen Massen zusammen, die sich zum Theil schmieden und zu Stäben ausrecken lassen, und oft

sehr

sehr guten, mehrentheils aber mit einer Eisenhaut überzogenen Stahl geben. Diese Haut verdankt ihre Entstehung dem Glühspan, mit der sich die Oberfläche der geschmolzenen Stahlmasse überzogen hatte. — Zuweilen ereignet es sich auch wohl, daß die Stahlstangen an den Stellen, wo ein unmerklicher feiner Luftzug (wodurch der Kohlenstaub weggefressen wird) in die Kisten eindringen konnte, in Fluß gerathen, und daß sie wie Siegellack an der Lichtflamme schmelzen, so daß sie nach dem Erkalten das Ansehen von Eiszapfen oder von erstarrten Tropfen erhalten. Ich habe diese Tropfen genau untersucht, und beim Durchschlagen gefunden, daß sie im Bruch ein sehr verschiedenartiges Gefüge haben; in der Mitte sind sie nämlich etwas sehnig, von einer matten weißen Farbe; um diesen Kern sitzt ein dünner, bläulichweißer glänzender Ring, aus glänzenden vielkantigen Körnern bestehend, und um diesen Ring eine dünne Glühspanrinde. Durch das Weißglühen wurden diese Körner ganz geschmeidig, und ließen sich zu dünnen Zainen und Blechen ausrecken. Als ich diese Zaine in einer mäßigen, braunrothen Hitze im Wasser ablöschte oder härtete, gaben sie sich als ein ganz feiner und harter Stahl, der mit einer zähen Eisenhaut überzogen war, zu erkennen, welches man auch schon aus dem glänzenden, bläulichweißen Ansehen der Körner, die sich unter der Glühspandecke durch die Cementation in weiches Eisen verwandelten, schließen konnte.

2. **Metalle und metallische Kalke.** Unter diesen trägt der Arsenik am mehrsten zum Schmelzen des Eisens bei. Weil der wenigste Arsenik aber wegen seiner Flüchtigkeit bis zum Schmelzgrad des Eisens aushalten würde, so wendet man zu diesem Versuch am zweckmäßigsten den fixen Arsenik an, welcher entsteht, wenn man gleiche Theile geläuterten Salpeter und weißen Arsenik trocken mit einander vermengt, und das Gemenge nach und nach in einen recht glühenden Tiegel vor dem Ge-

Gebläse verpuffen läßt. Beim jedesmaligen Eintragen in den Tiegel erfolgt ein starkes Aufschäumen oder Aufbrausen, welches man abwarten muß, ehe man eine neue Portion hineinthut. Wenn auf diese Weise alles verpufft ist, verstärkt man die Hitze, bis das Gemenge wie Wasser fließt, so daß es sich in einen eisernen Einguß als ein gelbliches Glas ausgießen läßt, welches an der Luft zerfließt, und zu einem Brei wird, wenn man es nicht in einem wohl verschlossenen Gefäß aufbewahrt. — Ein dünner Eisenzain, den ich mit diesem Brei bestrich, fing sogleich an zu schmelzen, und wenn ich so sagen darf, kleine Tropfen auszuschwitzen, als ich ihn nur einige wenige Minuten lang glühete. Dasselbe erfolgte, als ich ein mit diesem Brei bestrichenes Stück Eisen in Kohlenstaub legte, und es mit demselben cementirte; der Eisenzain schmolz nämlich zum Theil zu einem Roheisenkorn, welches beim Glühen stark nach Arsenik roch; der ungeschmolzene Rückstand hatte sich in einen unbrauchbaren Stahl verwandelt. — Wenn man diesen fixirten Arsenik mit dem vierten Theil Borax zu einem Glase schmelzt, so erhält man einen Fluß, durch den sich Eisen und Stahl in einer gehörigen Schmelzhitze mit einer weißen reinen Silberfarbe schmelzen lassen; sie werden dadurch aber zugleich so hart und spröde, daß sie nur noch zu Verzierungen, aber nicht mehr zu andern Arbeiten brauchbar bleiben. Auch diesen Fluß muß man trocken in einem wohlverschlossenen Glase und in der Wärme aufbewahren; beim Gebrauch wird er zerpulvert und mit Leinöl zu einer Salbe angerieben, von welcher man 1 Theil gegen 3 Theile Eisenfeilspan oder Roheisenbrocken nimmt, und das Gemenge in einem verschlossenen Tiegel einer gehörigen Schmelzhitze aussetzt. — Beim Probiren strengflüssiger Eisenerze pflegt man sich wohl eines Arsenikzusatzes zu bedienen, um ein reines Roheisenkorn zu erhalten; weil man dadurch aber den Eisengehalt nicht richtig ausbringen kann, so thut man besser, wenn man etwas

was Bleiglas nimmt, weil sich das reducirte Blei nicht mit dem Eisen verbindet, sondern für sich bleibt und nur den Fluß befördert.

3. Zinnasche. Auch diese hatte in einer starken Glühhitze das Eisen, besonders aber den Stahl, zum Schmelzen gebracht; das Zinn war durch das Phlogiston des Eisens reducirt worden, und hatte sich mit demselben zu einer spröden, im Bruch glänzenden, ganz weißen und harten Mischung verbunden. Wie sich das Eisen übrigens mit dem Zinn und mit anderen Metallen beim Schmelzen verhält, wird in der sechsten Abtheilung gezeigt werden.

4. Schwefel. Ein Zusatz von Schwefel bringt alles Eisen schnell in Fluß. Wenn man das Eisen zuerst in einem Tiegel recht glühend macht, alsdann eben so viel Schwefel dem Gewicht nach zusetzt, den Tiegel mit einem Deckel verschließt und die Hitze durch ein gutes Gebläse verstärkt, so wird das Eisen (vorzüglich Stahl und Roheisen) sehr leicht flüssig. Es läßt sich alsdann in Formen gießen, aber es ist nur ein grauer und spröder Rohstein, der zu nichts gebraucht werden kann. War dieser Rohstein aus Stahl gemacht, so erhält man daraus, wenn man ihn zerpulvert und so lange auf einen Scherben röstet, bis der Schwefel gänzlich verdampft ist, einen grünlichen Crocus, der fein gerieben und geschlämmt zum Poliren des Stahls gebraucht werden kann, wie ich bereits oben (§. 8.) bemerkt habe. — Wenn ein Eisenzain bis zur Schweißhitze geglühet, und dann mit Schwefel in Berührung gebracht wird, so sprüht das Eisen augenblicklich sehr viele rothe und weiße Schweißfunken um sich her, und schmelzt in größeren oder kleineren Tropfen ab, die man in einem mit Wasser gefüllten Gefäß aufsammeln kann. Diese Tropfen oder Körner bestehen ebenfalls aus einem spröden Rohstein, oder aus Roheisen, welches mit Schwefelsäure verbunden

den ist; sie haben einen strahligen Bruch, fast wie Spiesglanz, werden schwach vom Magnet gezogen, und rosten sehr stark an der Luft. Der Schwefel, welcher zugleich mit abtröpfelt, hat seine mehrste Säure verloren, und besteht größtentheils aus dem Brennbaren; er ist so weich als Wachs, wird aber mit der Zeit wieder hart. — Kaltbrüchiges Eisen, welches auf diese Art mit Schwefel zum Abtröpfeln gebracht ward, war an den abgeschmolzenen Stellen ganz blank, eben und dicht, und hatte auch durch den Zutritt der Schwefelsäure eine zähe Eisenhaut angesetzt; der Bruch blieb aber, wie sich beim Durchschlagen ergab, eben so spröde und grobkörnig als vorher — Zwei Theile etwas geröstete Eisenfeilspäne schmolzen, mit 1 Theil Schwefel gemengt, in einer Zeit von zehn Minuten, zu einem dünn- und leichtflüssigen eisenfarbenen Rohstein, der sich als ein dünner Zain, an dem man beim Feilen eine blanke Eisenfarbe bemerken konnte, ausgießen ließ. Er war aber so spröde, daß man ihn sehr leicht zerpulvern konnte; vom Magnet ward er sehr wenig gezogen. Durch die Cementation mit Kalk verwandelte sich die Oberfläche wieder in Eisen, welches aber sehr poröse und in den Poren mit einem schwarzen Eisenpulver angefüllt war, welches vom Magnet stark gezogen ward. Der eisenartige Ueberzug verhielt sich weich gegen die Feile, gab aber beim Glühen eine blaue Schwefelflamme, und ließ sich auf keine Weise schmieden. Beim Ablöschen im Wasser gab er sich als Stahl zu erkennen.

5. Gips. Er trägt wegen seines Gehalts an Schwefel oder Vitriolsäure sehr viel zum Schmelzen des Eisens bei. Wenn man aber viel Gips, und zwar gleiche Theile Gips und Eisen nimmt, so verschlacken sich beide mit einander zu einem schwarzen Glase, welches den Tiegel angreift und in starker Hitze gänzlich ausläuft. Roheisen mit einem Zusatz von $\frac{1}{8}$ Gips kam schneller als gewöhnlich in einen lautern Fluß, war aber äußerlich schwarz,

schwarz, undicht, etwas aufgeschwollen und rothbrüchig. — Hr. **Lewis** führt in seiner Geschichte des Platin S. 392 an, daß bei den Versuchen, jenes Metall und Eisen mit einem Zusatz von Gips zusammenzuschmelzen, jedesmal der Tiegel durchbohrt worden, und der größte Theil der Masse ausgelaufen, das zurückgebliebene Eisenkorn aber geschmeidig gewesen sey, welches letztere ohne Zweifel eine Wirkung der Vitriolsäure war; denn diese trägt, wie ich schon an mehreren Stellen bemerkt habe, wenn sie nicht in zu großer Menge in den Erzen enthalten ist, wirklich zur Geschmeidigkeit des Eisens bei. Wie sich der Gips in einer geringeren Cementationshitze verhält, habe ich schon oben (§. 61.) gezeigt.

6. **Gips mit der Hälfte oder mit noch weniger Flußspath gemengt.** Ein solches Gemenge giebt bekanntlich das allerleichtflüssigste Glas, welches aber auch zugleich so fressend ist, daß es die besten Tiegel in der Schmelzhitze angreift und zerstört. Einige Eisenstücken, die ich mit diesem Fluß zusammen in den Ofen brachte, verwandelten sich sehr schnell in ein pechschwarzes Glas, welches den Tiegel angriff, und wie Wasser in den Ofen rann. Flußspath allein zum Cementiren des Eisens angewendet, wirkte nicht einmal auf die Oberfläche desselben, sondern machte es nur weicher. Ohne einen Zusatz von Gips, Kalk oder Thon befördert der Flußspath das Schmelzen ebenfalls nicht, es sey denn, daß er den Tiegel angreift, und sich dadurch selbst einen Zusatz verschafft.

7. **Ein Gemenge von 1 Theil feinen Quarzsand, 2 Theilen Flußspath, und 3 Theilen reinen weißen Kalk.** Dieses schmelzt in einem guten Windofen in einer Zeit von einer halben Stunde zu einem reinen, grünen, halb durchsichtigen Glase, welches als Pulver in vielen Fällen, besonders aber als ein flußbeförderndes Mittel beim Schmelzen des Roheisens, um es

schnell in Fluß zu bringen, und die Oberfläche gegen den Abbrand zu schützen, ohne es zugleich aufzulösen, gebraucht werden kann. Es greift aber doch den Tiegel noch etwas an, und muß daher in geringer Quantität und mit einem Zusatz von dem dritten Theil Hohenofenschlake oder reinem Thon angewendet werden.

8. **Braunstein.** Ich setzte einige dünne Stücken englischen Gußstahl mit schwedischem Braunstein einer möglichst starken Hitze in einem Windofen aus, allein ich konnte den Stahl nicht in völligen Fluß bringen, sondern die Hitze wirkte immer nicht stärker, als um die Stücken zusammenzubacken. Nur einige kleine Körnchen waren ganz geschmolzen, und hatten die Eigenschaften des Roheisens. Das geschmolzene Glas oder die Braunsteinschlacke war gelblich grün, und schien auf keine Weise die zusammengebackenen oder aneinander geschweißten Stahlstücken, die ganz rein und blank und ohne allen Glühspan waren, angegriffen zu haben. Dies giebt einen überzeugenden Beweis, daß der Braunstein ein sehr schicklicher Zuschlag beim Schmelzen des Eisens ist. Auch Roheisen ließ sich mit einem Zusatz von Braunstein ohne Abgang schmelzen (§. 155). Es läßt sich hieraus der Nutzen des Braunsteins als Zusatz zu den glasigen Schlacken, oder als Fluß beim Stahlschmelzen beurtheilen.

9. **Im geschmolzenen Roheisen** löst sich das geschmeidige Eisen ebenfalls auf, und kann darin zum Schmelzen gebracht werden. Ich brachte Roheisen in einem Tiegel im Windofen zum Fließen, und stellte einen dünnen Stabeisenzain hinein. Nach wenigen Minuten bemerkte ich, daß der Eisenzain schon angegriffen war, und in dem flüssigen Roheisen, welches dadurch dick und breiartig ward und sich zum Frischen neigte, zu schmelzen anfing. Das abgeschmolzene Ende des Eisenzains war zugespitzt und stahlartig geworden. — Diese Erscheinung giebt einen Aufschluß über die Art, wie das

geschmei-

geschmeidige Eisen in Roheisen übergeht; es verbindet sich nämlich zuerst mit so viel Brennbarem als nöthig ist, um zu Stahl zu werden, und wenn dann noch mehr Phlogiston hinzukommt, geht es wirklich in Roheisen über, in welchem Zustand es als ein flüssiges Metall erscheinen kann. Weil das Roheisen dadurch aber etwas von seinem Brennbaren verliert, so muß es sich dem gefrischten Zustande nähern, oder geschmeidig zu werden anfangen.

Daß das geschmeidige Eisen übrigens durch reine glas- oder salzartige Flüsse (es mögen alkalische oder metallische Salze seyn) nicht zum Schmelzen gebracht werden kann, wenn nicht Phlogiston aus dem Kohlenstaub, als dem feuerbeständigsten brennbaren Körper, wovon ich oben bereits einige Beispiele angeführt habe, hinzukommt, hat auch Hr. Henkel in seiner Kieshistorie dargethan. Die gewöhnlichen Eisenerzflüsse, welche Kohlenstaub enthalten, thun eben diese Wirkung, allein ohne Kohlenstaub richtet man nichts aus, obgleich der schwarze Fluß auch für sich allein wirksam zu seyn scheint.

§. 79. Vom Brockenschmelzen in Tiegeln.

Aus den obigen Versuchen geht hervor, daß sich das geschmeidige Eisen in verschloßnen Gefäßen oder in Tiegeln nicht bis zu dem Grad der Flüssigkeit bringen läßt, daß man es ohne Verlust seiner Geschmeidigkeit in Formen gießen kann, sondern daß es, für sich allein sowohl, als auch mit Zusätzen, in den Tiegel gebracht, vorher mit fremden Körpern vereinigt werden, oder daß es überschüssiges Phlogiston aufnehmen muß, um sich zuvor in Stahl oder in Roheisen zu verwandeln. Wenn man aber keinen stärkeren Grad von Schmelzung verlangt, als das Eisen erfordert, um zu schweißen oder in den Zustand einer teigartigen Weichheit, wobei sich ein Stück Eisen mit dem andern verbindet und welcher als der

der erste Schmelzungsgrad angesehen werden kann, überzugehen, läßt sich der Zweck auch durch das Tiegelschmelzen ohne Zusätze erreichen. Es scheint zwar, daß es dieser kostbaren und überflüssigen Methode, Stücken von geschmeidigem Eisen durch Zusammenschweißen mit einander zu verbinden, nicht bedürfe, weil diese Brockenschmelzerei (Skrosmälltning) am allerbesten im offnen Feuer oder im Frischheerd vorgenommen werden kann; allein an solchen Orten, z. B. in England, wo die Steinkohle das gewöhnliche Brennmaterial ist, wobei sich das Eisen im offnen Feuer nicht gut bearbeiten läßt, so wie auch an Orten, wo man keine Gelegenheit hat, solche kleine Eisenbrocken und Abgänge aus volkreichen Städten nach entlegenen Frischhütten zu schicken, kann dieses Tiegelschmelzen sehr nützlich seyn. Das eigentliche Verfahren bei diesem Schmelzen hält man in England geheim, und deshalb bin ich auch nicht im Stande, mehr als was durch die Berichte eines gründlichen schwedischen Hüttenmannes darüber bekannt geworden ist, anzuführen.

Die Oefen, in denen diese Schmelzen vorgenommen werden, nennt man in England Scrap-furnaces; man soll dergleichen an mehreren Orten, vorzüglich zu Duffield bei Derby, zu Scheffield u. s. f. haben. Die Eisenbrocken werden von armen Leuten gesammelt, sie bestehen aus allen Arten von Abfällen bei den Schmiedewerkstätten, auch aus Feilspan, alten Nägeln und allerlei kleinen Eisenabgängen, die auf den Straßen zusammengesucht werden. Mit diesen Abfällen werden sechs bis acht Tiegel, die eine Höhe von etwa 2 Zoll und einen Durchmesser von 10 Zoll haben, ohne irgend einen andern Zusatz, ganz voll gefüllt, wobei man die Abgänge aber so fest als möglich hineinpreßt, und die Tiegel dann in den Ofen bringt, worin sie der Flamme des Steinkohlenfeuers ausgesetzt werden. Weil die Eisenbrocken blos zu einem Deul oder zu einer Masse aneinander schweißen sollen, so bleibt der Tiegel ganz offen und unbedeckt,

damit die Arbeiter sehen können, wenn das Eisen in der starken Hitze zu schweißen oder Schweißfunken auszuwerfen und zusammenzubacken anfängt. Alsdann werden die Tiegel aus dem Ofen genommen, umgestürzt, die ausgestürzten zusammengeschweißten Massen werden zusammengeschlagen, unter einem kleinen Wasserhammer ausgereckt, und nach einem oft wiederholten Glühen im Heerd zu Stangen und Stäben, wie sie für die Kleinschmiede paßlich sind, ausgezogen *).

Man soll mit dieser Art von Tiegelschmelzerei zuweilen noch weiter gehen, so daß sich die Eisenbrocken nicht allein zusammenschweißen, sondern daß sie zu einem höheren Grade des Schmelzens, nämlich zum Flüssigwerden selbst, gebracht werden, und alsdann hält man die Masse mit irgend einer glasartigen Substanz, mit gewöhnlichem Glaspulver oder mit Hohenofenschlacke bedeckt **). Wie sich die Masse aber in diesem schmelzenden Zustande verhält, habe ich nicht mit Zuverlässigkeit erfahren können; indeß soll man dadurch das beste, dichteste und reinste Eisen, welches die Engländer Tinctura of iron nennen, und welches sie zu den feinsten polirten Arbeiten anwenden, erhalten können. Dieses Eisen ist im Bruch durchaus nicht sehnig, sondern ohne alle Adern, und zeigt ein körniges Gefüge. Das Korn ist licht und glänzend, aber ausgezeichneter wie bei dem gewöhnlichen kaltbrüchigen Eisen, hat auch eine dunklere und zugleich lebhaftere Farbe.

Ich habe nicht Gelegenheit gehabt, über dieses Schmelzen in feuerfesten Tiegeln selbst Versuche anzu-stellen,

*) Das ist wirklich der ganze Hergang des Processes, wobei ein gut ziehender Flammofen, in welchem eine außerordentlich starke Hitze gegeben werden kann, die Hauptsache ist. Die zusammengeschweißten Eisenbrocken werden aber mit dem Tiegel, oder mit der Kapsel zugleich unter den Hammer gebracht und ausgereckt, wobei die Kapsel natürlich jedesmal zu Grunde geht, also nur einmal gebraucht werden kann.

**) Diese Notiz beruht ohne Zweifel auf einem Irrthum und ist mit dem Verfahren bei der Gußstahlbereitung verwechselt worden.

stellen, weil ich weder einen dazu eingerichteten Ofen hatte, noch den erforderlichen hohen Hitzgrad, der sich nur allein durch Steinkohlen geben läßt, hervorbringen konnte. Dagegen versuchte ich, kleine Eisenbrocken, vorzüglich die bei der Fabrikation der gröberen Sägenblätter, nämlich beim Aushauen der Zähne in den Gelenken in großer Menge abfallenden dreieckigen Abschnittel, in ein starkes Blech einzupacken, dieses in einem Frischheerde bei Steinkohlenfeuer mit großer Behutsamkeit bis zum Schweißen zu erhitzen, und es nach und nach mit einem Handhammer zusammenzuschlagen, bis die ganze Masse zusammengeschmolzen oder aneinander gebacken war, worauf sie sich zu einem Stabe ausziehen ließ, welcher ebenfalls ein außerordentlich festes und zähes Eisen gab. Vorzüglich glückte mir dieses Verfahren bei Abfällen von solchen Sägenblättern, die aus zähem und etwas weichem Gerbstahl gemacht waren, indem ich aus dem erhaltenen Eisen eine sehr gute Klinge anfertigen ließ. — Dieses Verfahren, gutes Eisen oder Stahl zu erhalten, ist indeß zu kostbar, als daß man sich desselben bedienen könnte, wenn man nicht etwa ein ganz vorzüglich gutes Eisen zu erhalten wünscht. Das allgemein bekannte Brockenschmelzen im offnen Heerd zwischen Holzkohlen bleibt da, wo man Gelegenheit hat es anzuwenden, immer am vortheilhaftesten. In meiner Abhandlung von der Verfeinerung des Eisens habe ich im §. 45 dieser Methode erwähnt, und werde sie jetzt hier näher beschreiben.

§. 80. Vom Schweißen und Brockenschmelzen des Eisens im offnen Feuer.

Oben habe ich schon gesagt, daß man unter offnem Feuer die unmittelbare Berührung des Metalles mit dem Feuer, also entweder mit den Kohlen oder mit einer durch einen sehr starken Zug hervorgebrachten Flamme ver-

versteht. Dadurch läßt sich das geschmeidige Eisen ohne irgend einen Fluß oder Zusatz, nicht allein bis zum ersten Grad des Schmelzens, nämlich zu einer breiartigen Consistenz oder zum **Schweißen** bringen (wobei das Eisen seine Geschmeidigkeit noch vollkommen behält); sondern es geht auch zuletzt in den zweiten Grad oder in den Zustand der **Flüssigkeit** über, wobei es aber seine Geschmeidigkeit ganz zu verlieren pflegt.

Wie sich das Eisen im ersten Grad, nämlich in der Schweißhitze im offnen Heerd bei Holz- oder Steinkohlen verhält, darüber brauche ich keine Versuche anzuführen, weil man sich von diesem Verhalten täglich bei allen Schmieden überzeugen kann. Das Eisen liegt dabei entweder nahe bei oder über der Form, oder derjenigen Oeffnung, durch welche der Wind in den Heerd gebracht wird, um die Glut der Kohlen aufs äußerste zu verstärken; es geht durch alle Grade des Glühens hindurch bis zur weißwarmen Hitze, in welchem Zustand es mit zischenden Funken, welche sich wie elektrisches Feuer in der Luft verbreiten, und sich in der feinsten Zertheilung nach allen möglichen Richtungen mit Schnelligkeit durchkreuzen, umhersprüht. Die Arbeiter nennen dies gewöhnlich das **Schwitzen** (Swetsa) des Eisens, weil der metallische Theil durch den Zutritt der Luft gewissermaßen ausschwitzt, oder, wenn ich so sagen darf, verpufft, und den gröberen erdartigen Theil zurückläßt, der unter dem Namen von Glühspan oder Schlacke flüssig zu werden, und in der Gestalt von hohlen schwarzen Tropfen, welche einen sehr hohen Grad von Hitze erfordern, ehe sie wieder zum Schmelzen gebracht werden können, abzuschmelzen anfängt. — Läßt man einen so stark erhitzten Eisenzain ganz von selbst, ohne ihn auszuschmieden, erkalten, so wird er gewöhnlich spröde und erhält einen glänzenden Bruch mit mehr oder weniger groben Körnern, je nachdem er mehr oder weniger stark erhitzt war, obgleich er vorher einen zähen und ganz sehnigen

Bruch

Bruch gehabt haben kann. Wird das Eisen aber in dieser Schweißhitze ausgereckt, so fliegen die Schweißfunken mit Heftigkeit umher, und das Eisen bekommt wieder seine vorige Beschaffenheit, wie ich schon oben (§. 75) bei der Wirkung des Feuers auf die Zähigkeit des Eisens erwähnt habe *). Durch das Ablöschen im Wasser, ohne vorhergegangenes Schmieden, wird das Eisen noch spröder, und erhält äußerlich gewissermaßen ein angefressenes und halbgeschmolzenes Ansehen mit ungleichförmigen Vertiefungen. Wenn man den sprühenden Eisenzain über Papier hält, um die Schweißfunken nach dem Verbrennen aufzufangen, so findet man, daß sie aus kleinen, runden, schwarzen, glänzenden und hohlen Schlackenperlen bestehen, die unter dem Mikroskop das Ansehen von kleinen Bomben haben, indem sich auf der einen Seite eine kleine Oeffnung befindet. Sie werden sehr stark vom Magnet gezogen, und haben daher nicht viel Brennbares verloren.

Aus der Farbe dieser Schweißfunken und aus ihrem Verhalten beim Zischen, läßt sich die Beschaffenheit des Eisens beurtheilen.

Weiches und gutartiges Eisen sprüht mit feinen, weißen, zischenden, leichten und weit umher fliegenden Funken.

Guter und harter Stahl giebt auch feine, helle, und lichte, aber röthliche und nicht so stark zischende, auch nicht so weit fliegende Funken.

Kaltbrüchiges Eisen sprüht zwar auch mit weißen, aber mit gröberen und nicht so zischenden Funken.

Roth-

*) Ganz allgemein richtig ist dieser Satz nicht ausgedrückt. Ist das Eisen nämlich überhitzt oder wirklich verbrannt (oxydirt), so kann es durch das Ausschmieden nicht wieder zäh werden, sondern es bleibt spröde. War es aber mit der gehörigen Vorsicht bis zum Weißglühen erhitzt, so werden die verschlackten Theile durch die Schläge des Hammers mechanisch abgeschieden, und das Eisen muß dann allerdings durch das Schmieden an Zähigkeit gewinnen.

Rothbrüchiges Eisen sprüht zwar ebenfalls mit zischenden, aber mit schweren, groben und röthlichen Funken, die sich nicht in feine und leichte Sternchen vertheilen. Bei solchem Eisen bemerkt man auch gewöhnlich ein eigenes Geräusch, und es fährt unter dem Hammer mehr oder weniger auseinander, je nachdem es mehr oder weniger rothbrüchig war.

Wenn das Eisen länger in der Schweißhitze bleibt, so schmelzt es ab, aber nicht in metallischer Gestalt, sondern als eine poröse schwarze Schlacke. Am deutlichsten sieht man dies, wenn man einen Eisendrath in die zugespitzte Lichtflamme vor dem Blaserohr bringt. Das Ende des Draths läuft zu einer kleinen Kugel zusammen, die einige zischende Schweißfunken auswirft, und sich in demselben Augenblick in eine hohle Rinde verwandelt, welche in keinem Hitzgrade mehr schmelzt, und aus einer schwarzen, dem Magnet noch folgsamen Schlacke besteht. Kommt das Eisen in diesem Zustande mit der kalten Luft, oder mit dem Gebläse in Berührung, so verwandelt es sich um so viel schneller in Schlacke. — Als Hr. Horn einen bis zum Schweißen erhitzten Eisenkolben vor die Form eines leeren Frischheerdes brachte, und das Gebläse darauf wirken ließ, schmolz es größtentheils als eine schwarze Schlacke ab, die er in einer Kelle auffing.

Die Zeit, welche zum Schmelzen des Eisens erfordert wird, ist äußerst ungleich, und richtet sich, wie ich schon oben (§. 76) gesagt habe, nach den Eigenschaften des Eisens selbst. Zuerst schmelzt das Roheisen, alsdann der Brennstahl, besonders der aus kaltbrüchigem Eisen cementirte; sodann der Gerbstahl, dann das finländische kaltbrüchige Eisen, hiernächst das rothbrüchige und zuletzt das reinste, feinste und weichste Eisen *). Nach den verschiedenen Graden der Kalt-

*) Hr. R. hat eigentlich sagen wollen, daß das Stabeisen desto län-

Kalt- und Rothbrüchigkeit können bei dieser Stuffenfolge aber mehrere Ausnahmen vorkommen, so schmelzt z. B. ein sehr rothbrüchiges Eisen schneller als ein im geringen Grade kaltbrüchiges u. s. f.

Bei dem Schmelzgrade, wobei das Roheisen flüssig ist, nimmt das reine Eisen eine teigartige Konsistenz wie halbgeschmolzenes Wachs an, in welchem Zustand sich ein Stück mit dem anderen bei dem geringsten Gegeneinanderdrücken zu verbinden, oder wie man es nennt, an einander zu schweißen geneigt ist. Soll diese Vereinigung sehr genau erfolgen, so muß man Folgendes beobachten.

1. Der Abbrand, der sich durch die zischenden Schweißfunken, welche die Entstehung der Schlacke, also die Verminderung des Eisens zur Folge haben, zu erkennen giebt, muß so viel als möglich durch glasartige Zusätze und durch solche Mittel, wie ich oben (§. 59) genannt habe, vermindert werden; auch muß die Schlacke welche man durch diese Mittel erhält, das Eisen wie flüssiges Oel umgeben, denn man darf alsdann nicht befürchten, daß sie sich zwischen den mit einander zu verbindenden Stücken festsetzen werde.

2. Das schweißwarme Eisen muß dem kalten Luftstrom des Gebläses nicht unmittelbar ausgesetzt werden, weil der Abbrand dadurch vermehrt, und die Schlacke zum Erstarren gebracht wird. Das Eisen muß daher über der Form liegen, auch muß man es oft umdrehen, damit es auf allen Seiten eine gleich große Schweißhitze erhält, welches indeß während dem Blasen geschehen muß, damit die anhängenden Kohlen zwischen dem Eisen und dem Luftstrom des Gebläses fallen, und das Zutreten der kalten Luft verhindern können.

Legt man mehrere glühende Eisen- oder Stahlschienen über einander, oder biegt man eine Stange ein oder mehrere

gere Zeit erfordert, Kohlenstoff aufzunehmen und dann erst zu schmelzen, je reiner und weicher es war.

mehrere male in der Schweißhitze um, und vereiniget sie jedesmal, wenn man eine neue Hitze giebt, durch schnelles Schmieden mit einander, so nennt man diese Arbeit **Gerben**, wodurch alles gute Eisen, welches vorher ungleich, hart, oder im Frischfeuer nicht gut durchgearbeitet war, nicht allein zäher und weicher, sondern auch stärker und dauerhafter gegen die Abnutzung wird (§§. 29 und 264). Je öfterer das Eisen auf diese Art unter Vermeidung des Abbrandes gegerbt wird, desto feinere Sehnen und Adern bekommt es, und desto mehr werden die innern Ungleichheiten oder Fehler desselben verbessert. Weil man aber bei dem Eisen nicht allein Zähigkeit sondern auch Dichtigkeit verlangt, so muß das Gerben mit großer Aufmerksamkeit geschehen; man muß nämlich eine oft wiederholte Schweißhitze geben, und darauf sehen, daß sich kein harter Glühspan oder Schlacke zwischen den mit einander zu verbindenden Stücken legt, und daß man diejenigen Stellen, welche sich noch nicht miteinander verbunden haben, durchaus nicht ausreckt. — Am besten geschieht das Gerben entweder mit Handhämmern oder mit leichten Wasserhämmern, die sehr schnelle und dichte Schläge geben. Der Stahl und das stahlartige Eisen fallen dabei dichter aus, als das weiche Eisen, weil das leztere nicht allein eine stärkere Hitze erfordert, und einen größeren Abbrand erleidet, sondern weil man es auch selten, oder vielleicht nie so dicht erhalten kann, als es zu fein polirten Arbeiten, bei denen die geringsten Undichtigkeiten sehr leicht als feine Ritzen, Flecken oder als Aschenlöcher zum Vorschein kommen, nöthig ist. Mir hat es wenigstens bei vielen Versuchen nicht immer gelingen wollen. — Wenn man solches Eisen zu feinem Drath zieht, so entsteht immer die Unannehmlichkeit, daß es sich beim Ziehen oft mehrere Ellen lang spaltet. Das schwedische sogenannte **umgeschmolzene Osemundeisen**, das spanische **biscayische Eisen** und mehrere andere Eisenarten stehen in dem Ruf, daß sie außerordentlich

lich weich sind, aber sie schweißen sehr schwer, und sind zu feinen Arbeiten zu undicht, weshalb man dazu nur solches Eisen nehmen muß, welches in starken Stäben gar keine Sehnen hat, sondern gleichförmig körnig ist, und einen weißen und matten Bruch zeigt, ohne Stahl oder kaltbrüchiges Eisen zu seyn.

Wenn das Eisen beim Schweißen eine reine Oberfläche erhalten soll, so muß der Schmidt die zusammenzuschweißenden Stücken beim Herausnehmen aus dem Heerd schnell gegen den Fußboden stoßen, oder die anhängende Schlacke und den Schweißsand mit einem Streicheisen abschleudern, weil die erstarrte Schlacke oder der Glühspan sonst in die Oberfläche hineingeschlagen wird, wodurch nicht allein das Ansehen leidet, sondern auch die Feilen verdorben werden. — Viele kleine Eisenbrocken lassen sich dadurch zu einem einzigen Stück zusammenschweißen, daß man sie in einem Frischheerd auf Kohlen legt, mit Schmiedesinter oder Gaarschlacke bestreut, und bei schwachem Winde langsam eingehen läßt, wobei sie sich, vorzüglich wenn der Heerd blos aus Kohlenstaub oder Lösche geschlagen ist, und wenn der Schmidt die Brocken gut beisammen hält, zu einer teigartigen Masse vereinigen *). Am besten und mit dem geringsten Abbrand läßt sich der Proceß entweder in kleinen Heerden mit kleinen Kneifhammerbälgen, wobei man Schmelzen von 2 bis 3 Liespfunden macht, die nachher in größeren Heerden umgeschmiedet werden, oder auch in gewöhnlichen Frischheerden verrichten, in denen der gefrischte Deul oder die Lappe schon niedergeschmolzen ist, und an welcher die Brocken dann angeschweißt wer-

*) Es ist einleuchtend, daß die Eisenbrocken bei dieser Behandlungsart, durch die Aufnahme von Kohlenstoff erst in den Zustand des Roheisens versetzt werden müssen, und daß die Gaarschlacke oder der Sinter durch ihren Sauerstoffgehalt das entstandene Roheisen wieder gaar machen sollen. Der Proceß erfordert daher, wenn der Abgang nicht sehr groß ausfallen soll, eine außerordentliche Gewandtheit und ist nicht sehr zu empfehlen.

werden *). Auf diese Art lassen sich alle die Abschnittel und Abgänge die unausbleiblich bei den Blechhämmern erfolgen, zu Gute machen, wodurch man alsdann ein Material erhält, welches zu Blechen und zu andern Schmiedewaaren vorzüglich gut zu gebrauchen ist.

In England, wo es an Holzkohlen fehlt, und wo man das oben angeführte Brockenschmelzen in Tiegeln zu kostbar findet, hat man nach dem Bericht des Hrn. Quist den Ausweg getroffen, die Abgänge vom geschmeidigen Eisen im offnen Flammenfeuer bei Steinkohlen zusammenzuschweißen. Die Eisenbrocken, welche größtentheils aus Abfällen von der Nagelschmiede, nämlich aus schiefrigen unbrauchbaren Eisenstücken, und aus misrathenen Nägeln bestehen, werden auf kleine runde Stücken von Sandstein in der Gestalt kegelförmiger 8 bis 9 Zoll hoher Haufen gestellt, und die so beladenen Sandsteinscheiben dann auf den geebneten Boden oder Heerd eines sogenannten Windofens (air fournace) gebracht, welcher dieselbe Construction wie die bekannten Reverberiröfen hat, in denen Roheisen zu den Gießereien umgeschmolzen wird. Diese kleinen kegelförmigen Thürmchen werden nun durch die Steinkohlenflamme aus dem Feuerraum, von welcher sie unmittelbar und heftig be-

*) Diese Methode ist offenbar vorzuziehen, allein man hat selten Gelegenheit sie anzuwenden, weil die Abschnittel von einem einzigen Blechhammer sehr viele Frischfeuer beschäftigen würden, indem sich an jedem Deul, vor dem Ausbrechen desselben, nicht vielmehr als höchstens ¼ Centner Abschnittel anschweißen lassen. Besteht ein Hüttenwerk aus einer Blechhütte und vielen Frischfeuern, so halte ich die Methode des Anschweißens der Abichnittel an den fertigen Deulen für äußerst haushälterisch, weil der Kohlenverbrand beinahe Null und der Abgang beim Anschweißen ebenfalls höchst unbeträchtlich ist. Durch ein erzwungenes Anschweißen wird das Eisen aber roh und hart und der Abgang sehr groß, weshalb jene Methode auf Werken, die nur wenig Frischfeuer beschäftigen, nicht angewendet werden kann. In diesem Fall macht man die Abschnittel sehr vortheilhaft mit ¼ bis ⅛ Roheisen zu Gute. Das Roheisen wird nämlich zuerst mit etwas gaaren Schlacken oder Schwahl eingeschmolzen und durch die zugesetzten Abschnittel völlig zur Gaare gebracht.

bestrichen werden, während die Einsatzthüre des Ofens verschlossen ist, erhitzt, und alsdann erst herausgenommen, wenn man beim Oeffnen der Thüre findet, daß sie sich gesenkt haben, und daß die Brocken zusammengebacken sind. Jedes von diesen kleinen Schmelzen wird zuerst mit einem Handhammer zusammengeschlagen, und alsdann unter einem kleinen Wasserhammer zu kleinen $\frac{3}{8}$ Zoll breiten und $\frac{3}{8}$ Zoll starken Stäben ausgereckt, die größtentheils zu Scheffield zum Schmieden der Messerklingen angewendet werden *).

Eine andere ebenfalls in England übliche Vorrichtung soll darin bestehen, daß ein Windofen mit einem Heerd oder mit einer Esse, welche mit einem Gebläse versehen ist, in Verbindung gebracht wird. Beim Schmelzen werden die Eisenbrocken auf die Holzkohlen im Heerd aufgesetzt, das Feuer wird vermittelst des Gebläses angefacht, und zu gleicher Zeit auch die Steinkohlenflamme aus dem Feuerraum des Windofens über die zu erhitzenden Brocken geleitet, wodurch man eine außerordentlich starke Hitze hervorbringen soll. Die näheren Umstände dieses Schmelz-Processes habe ich aber nicht in Erfahrung bringen können **).

§. 81. Vom Schmelzen des geschmeidigen Eisens im offnen Feuer.

In den vorigen Paragraphen ist vom Schmelzen des Eisens im verschlossenen Feuer oder im Tiegel, und vom Schweißen desselben, sowohl im verschlossenen als im offnen Feuer die Rede gewesen. Ich gehe jetzt zu der

*) Ein sehr stark ziehender Windofen und der gänzliche Ausschluß der unzersetzten kalten Luft sind hierbei nothwendige Bedingungen. Das Schmelzen — oder vielmehr das Schweißen — in Tiegeln ist weit sicherer und daher auch viel allgemeiner eingeführt.

**) Diese Vorrichtung ist wohl einmal versuchsweise zum Frischen des Roheisens im Flammofen, aber nicht zum Zusammenschweißen geschmiedeter Eisenbrocken angewendet worden.

der Untersuchung über, ob sich das Eisen im offnen Feuer nur bis zu dem ersten Grad des Schmelzens, nämlich bis zum Schweißen, wodurch es eine breiartige Konsistenz erhält, bringen läßt, oder ob man es auch wirklich schmelzen, nämlich in flüssiger Gestalt darstellen kann? Ich habe die Versuche in einer gewöhnlichen Schmiedeesse angestellt, die ich mit kleinen Roheisenplatten eben so zustellte, als man die Heerde zum Rohstahlschmelzen gewöhnlich einrichtet, nur war die Entfernung der Form vom Boden etwas größer, als dies bei jenen Heerden der Fall zu seyn pflegt. Nachdem der Heerd mit Kohlen gefüllt, das Feuer angefacht und das Gebläse angehängt war, setzte ich zusammengeschlagene Blechabschnittel unmittelbar auf die Kohlen über der Form, und nachdem der ganze Satz Kohlen niedergegangen war, wurden wieder frische Kohlen eingeschüttet, auf die Kohlen Blechabschnittel gebracht, und mit dieser Procedur mehrere male bei ununterbrochenem Gebläse fortgefahren, bis sich nach Verlauf von einer Stunde der ganze kleine Heerd bis zur Form mit Eisen angefüllt zu haben schien. Ich wollte nun die Schlacke vermittelst eines kleinen Spießes aus dem Schlackenloch abstechen, aber statt der Schlacke floß alles Eisen in Gestalt eines reinen, ganz weißen, spröden und harten Roheisens aus dem Heerd.

Nach diesem Versuch änderte ich den Heerd dergestalt ab, daß ich der Form fast dieselbe Stellung wie beim Stahlheerd, nämlich nur eine Entfernung von 4 Zoll vom Boden, und eine Inklination oder ein Stechen in den Heerd gab. Darauf ließ ich die Blechabschnittel wieder eben so wie vorhin eingehen, jedoch setzte ich sie nicht über die Form, sondern auf den Gichtzacken, damit sie langsam niederschmelzen und nicht flüssig bleiben, sondern sich zu einem Teige zusammenschweißen und in diesem Zustande in den Heerd eingehen sollten. Dies geschah auch wirklich, indem sie durch das starke Gebläse zu einer kleinen Luppe gefrischt wurden, die aufgebrochen

und nach mehrmaligem Glühen ausgeschmiedet ward, wobei es sich zeigte, daß sie aus zähem, mit einigen Eisenadern gemengten Stahl bestand. Es geht hieraus hervor:

a. daß das geschmeidige Eisen auch im offnen Heerd beim Niederschmelzen zwischen Kohlen, so viel Brennbares aufnimmt, daß es dadurch zu Roheisen und zugleich in den Zustand gesetzt wird, flüssig zu werden, indem es in dem tiefen Heerd, ohne Bearbeitung, und ohne eine starke Einwirkung des Gebläses, sein überflüssiges Phlogiston nicht wieder absetzen kann;

b. daß es Roheisen geben kann, welches gar keine anderen fremden Bestandtheile, wodurch es sich vom Stabeisen unterscheidet, als einen Ueberschuß von Brennbarem enthält; so wie auch daß die Härte und Sprödigkeit des unmittelbar aus den Erzen gewonnenen Roheisens kein sicheres Kennzeichen von den eingemischten fremden Bestandtheilen abgiebt;

c. daß das geschmeidige Eisen im offnen Heerd nicht flüssig oder zu Roheisen wird, wenn man die Vereinigung mit zu vielem Brennbaren verhütet, und daß es sich auf zweierlei Art in Stahl verwandeln kann, entweder, wenn es etwas mehr Phlogiston aufnimmt, als es vorher im Zustande des geschmeidigen Eisens hatte, oder wenn das überschüssige Phlogiston aus dem Roheisen abgeschieden wird.

Mehrere andere Schlußfolgen, die sich daraus ergeben, werde ich weiter unten bemerklich machen.

Fünfte

Fünfte Abtheilung.

Von der Geschmeidigkeit des Eisens.

§. 82. Erklärung der Geschmeidigkeit, Vergleichung mit andern Metallen, und Eintheilung des Eisens darnach.

Geschmeidig heißt ein Metall, wenn es sich unter dem Hammer, oder durch eine andere Kraft, kalt und warm nach den Richtungen der Länge und Breite, ausdehnen läßt. — Die Ganzmetalle unterscheiden sich vorzüglich durch die Geschmeidigkeit von den jetzt bekannten sieben Halbmetallen, welche auch durch künstliche Mittel nicht geschmeidig werden. Das Eisen steht den sieben ersten oder Ganzmetallen an Geschmeidigkeit nicht nach, und wird daher mit allem Recht ebenfalls dazu gerechnet.

Wenn man unter Geschmeidigkeit das Vermögen der Metalle, sich zu Blech ausstrecken zu lassen, versteht, so wird das Eisen darin vom Gold und Silber, wie die Goldschlägerarbeiten und die Vergoldungen zeigen, weit übertroffen, denn es läßt sich erweisen, daß man 140,000 Quadratellen mit 2 Loth Gold überziehen, und daß man ein Loth Silber zu einem dünnen Blech von 5184 Quadratellen ausdehnen kann. Eben so läßt sich eine Mischung von Kupfer und Zink (woraus das unächte Blattgold besteht) und eine andere goldfarbene Mischung dieser

ser beiden Metalle (aus welcher die unächten oder gallonischen Tressen gemacht werden) fast eben so stark als Gold ausdehnen. Zinn kann durch das Walzen so ausgebreitet werden, daß ein Quadratfuß von der sogenannten Spiegelfolie nur $397\frac{2}{3}$ Aß wiegt; auch beim Verzinnen rechnet man auf jeden Quadratfuß Eisenblech nicht mehr als 277 Aß oder ein Loth Zinn.

Die Ursache, warum sich das Eisen als Blech nicht so außerordentlich ausdehnen läßt, liegt vorzüglich darin, weil es die kalte Bearbeitung nicht so lange als andere Metalle verträgt, sondern öfterer geglüht oder erhitzt werden muß, wodurch es einen Abbrand erleidet und eine Glühspanhaut ansetzt, so daß man ein Blech von ziemlicher Größe nicht dünner als zur Stärke eines dicken Schreibpapiers, oder so stark, daß ein Quadratfuß etwa 16 Loth wiegt, ausdehnen kann. In solchen Fällen, wo kein öfteres Glühen nöthig ist, giebt das Eisen den anderen Metallen an Geschmeidigkeit nichts nach; wie die weiter unten (§. 117) anzuführenden Versuche, aus denen hervorgeht, daß sich das Eisen eben so dünn als das Silber ausziehen läßt, indem ein Stück von dem feinsten Eisendrath, welches 17,917 Ellen oder eine schwedische Meile lang ist, nur ein Pfund wiegt, beweisen werden. Es ist ein Uebel, daß das Eisen nicht durchgängig eine gleiche Güte besitzt, sondern daß seine Geschmeidigkeit, Härte und Zähigkeit mehr als bei den übrigen Metallen abwechseln. Weiter unten werde ich aber zeigen, daß das Eisen fast alle andern Metalle in Rücksicht der Zähigkeit oder des Vermögens, große Lasten oder angehängte Gewichte zu tragen, ehe es reißt, übertrifft.

Der Deutlichkeit wegen wollen wir das Eisen nach seiner verschiedenen **Geschmeidigkeit, Stärke, Dichtigkeit, Härte und Weichheit** folgendermaßen eintheilen.

1. Ganz

1. **Ganz geschmeidig** und **gut** ist das Eisen zu nennen, welches sich unter dem Hammer oder durch irgend eine andere Kraft, sowohl **kalt** als **rothglühend**, so wie auch in geringeren und größeren Graden der Wärme, ohne Langrisse oder Kantenbrüche zu bekommen, ausdehnen oder ausrecken, und bei vorsichtiger Behandlung in der stärksten Schmelzhitze schweißen läßt, ohne unter dem Hammer zu zerfahren und spröde zu werden.

2. **Halbgeschmeidig** ist es, wenn es sich nur wenig hämmern läßt, und sehr bald Risse oder Kantenbrüche bekommt. Hierzu gehören alle die Abarten des Eisens, welche man gewöhnlich mit folgenden Namen bezeichnet:

a. **Rothbrüchiges** oder rothsprödes Eisen. Es ist zähe, und verträgt das kalte Hämmern, läßt sich auch in der Weißglühhitze etwas schmieden, aber im rothglühenden Zustand zerfällt es mehr oder weniger.

b. **Kaltbrüchiges** oder kaltsprödes Eisen. In den höheren Graden der Temperatur läßt es sich gut schmieden, bricht aber sobald es kalt zu werden anfängt.

c. **Ungeschmeidiges** und rohes Eisen ist dasjenige, welches weder in der Kälte noch in der Wärme aushält, und sich daher dem Roheisen nähert, obgleich es dazu noch nicht gerechnet werden kann.

d. **Ungleich** muß man das Eisen nennen, welches theilweise in einer und derselben Stange gut und fehlerhaft ist, oder hin und wieder harte roheisen- und stahlartige Körner, die sogenannten **Kieselkörner** (Flintkorn) eingemengt enthält, und deshalb zu gefeilten Arbeiten unbrauchbar ist, weil es die Feilen durch die harten Stellen verdirbt.

Es giebt unzählige Grade der Ganz- und Halbgeschmeidigkeit des Eisens, weshalb ich nur einige Varietäten, die schon unter gewissen Namen bekannt sind, hier anführe.

A. Har-

A. Hartes Eisen. Dies kann sehr gutes und ganz geschmeidiges Eisen seyn, es muß aber stärkere und mehrere Hammerschläge als gewöhnlich erhalten, um sich auszudehnen oder seine Form zu verändern. Es ist entweder Stahl oder stahlartig, und läßt sich daher in mehrere Unterabtheilungen bringen.

a. Hartes und starkes oder festes Eisen. Dies läßt sich ausrecken und biegen. Z. B. das Eisen von Dannemora Oeregrund u. s. w.

b. Hartes und sprödes Eisen. Es läßt sich schmieden, aber nicht biegen, und ist gewöhnlich stahlartig.

c. Hartes und zähes Eisen. Es läßt sich kalt und warm biegen. Das beste Norwegische Eisen steht in diesem Ruf.

d. Hart und wild oder unbändig (yrt). Es läßt sich nur kalt und in gewissen Hitzgraden schmieden, in der Schweißhitze fährt es aber auseinander.

B. Weiches Eisen. Es widersteht dem Hammer und der Feile weniger, und ist am weichsten, wenn es sich kalt und warm am leichtesten schmieden und feilen läßt. Man kann folgende Unterabtheilungen annehmen:

a. Weiches und zähes Eisen. Es läßt sich stark biegen, ehe es bricht, z. B. das schwedische und Osemund-Eisen, das Eisen von Nora und Wermeland und mehrere schwedische Eisenarten. Vom fremden Eisen stehen vorzüglich das spanische und sibirische in diesem Ruf.

b. Weiches und sprödes Eisen. In der Wärme läßt es sich leicht schmieden und hämmern, ist auch kalt gegen die Feile weich; wenn es aber stark geworfen oder geschlagen wird, bricht es mit einem schimmernden Bruch und ist eine Art von kaltbrüchigem Eisen.

c. Weiches und mürbes Eisen. Es läßt sich sowohl kalt als warm zu dünnen Blechen schmieden,

auch

auch zu Drath ziehen, aber es bricht sehr leicht mit einem kurzsehnigen dunkel gefärbten Bruch. Lockere, schimmernde und sandige, hellgraue, blutsteinartige Erze, pflegen gewöhnlich ein solches Eisen zu geben.

C. **Zähes Eisen.** Dies ist vollkommen ganzgeschmeidig, läßt sich kalt und warm schmieden, und kann in einer Stange oder als Drath, ohne daß es erhitzt wird, mehrere male hin und zurückgebogen werden, ohne zu brechen. Auch von diesem Eisen hat man mehrere Abarten in Rücksicht der größeren oder geringeren Härte, nämlich **zähes und weiches**, oder **zähes und hartes** Eisen, welches letztere mit dem unten folgenden **zähharten** Eisen übereinkommt. Aus dem zähen und zugleich weichen Eisen läßt sich der Drath zur größten Länge und bis zur feinsten Nummer ausziehen, auch kann man es stark biegen, ohne daß es bricht. Hat der Drath zugleich die Eigenschaft, daß er sich unter dem Hammer und beim Verarbeiten nicht spaltet, so ist das Eisen auch zugleich dicht.

D. **Steifes und starkes Eisen.** Es läßt sich viel biegen und widersteht der Abnutzung ungemein, obgleich es unter dem Hammer und gegen die Feile gar nicht sehr hart zu seyn pflegt. Die Schmiede nennen es **zähhartes** Eisen; es ist keinesweges stahlartig, obgleich es sich den Eigenschaften des Stahls sehr nähert. Zu Drath gezogen hat es dieselben Eigenschaften wie das zähe Eisen (C) und gewährt noch außerdem den Vortheil, daß es ein größeres Gewicht als jenes tragen kann, ehe es reißt.

E. **Festes Eisen oder dichtes Eisen** hat die entgegengesetzten Eigenschaften von dem weichen mürben Eisen (B. c.) Das Eisen muß, wenn es diesen Namen verdienen soll, ganz gleichförmig gut seyn, und nicht ungleiche härtere und weichere Stellen, Sehnen oder Flecken haben; es muß beim Schmieden keine Langrisse noch weniger Brüche bekommen; es muß nach dem Feilen und Poli-

Poliren keine schwarzen Ränder und und undichten Stellen, am wenigsten harte Kieselkörner zeigen; es muß zugleich zähhart, steif und stark seyn; mit einem Wort, es muß die Eigenschaften und Kennzeichen des vollkommensten und besten Eisens (§§. 83. 84.) besitzen.

Man vergleiche hiermit die zweite Abtheilung meines Werkes: über die Verfeinerung des Eisens. Wir werden die vorzüglichsten dieser Eisenarten in der Folge noch näher zu untersuchen Gelegenheit haben; für jetzt wollen wir aber zuerst sehen: Wie das reinste Eisen beschaffen seyn muß (§. 83). Woran man es erkennt (§. 84). Ob das sehnige Eisen das vorzüglichste ist (§. 85). Wodurch das Eisen ungeschmeidig wird (§. 86). Wie geschmeidiges Eisen hervorgebracht werden kann (§. 87). Auf wieviel Arten das Roheisen geschmeidig gemacht wird (§. 89). Wie man geschmeidiges Eisen unmittelbar aus den Erzen erhält (§. 90 — 95), und wie man geschmeidiges Eisen aus dem Roheisen durch die Osemund- Deutsche- Wallonen- Halbwallonen- Anlauf- Schmiede u. s. f. darzustellen im Stande ist.

§. 83. Vom reinsten Eisen überhaupt.

In so fern die Geschmeidigkeit bei den edlen und unedlen Ganzmetallen als das vorzüglichste Kennzeichen ihrer Vollkommenheit angesehen wird, muß man auch das Eisen für das feinste, reinste und vollkommenste halten, welches von allen fremden Beimischungen am mehrsten frei ist und sich im kalten oder erhitzten Zustand am stärksten ausdehnen und schmieden läßt; und so wie die Weichheit bei den übrigen Metallen für einen Beweis ihrer Feinheit gilt, so muß dies auch beim Eisen der Fall seyn, oder man muß das im höchsten Grade weiche, zähe und starke Eisen als das feinste ansehen. Die Weichheit giebt das gute Verhältniß der Bestandtheile des Eisens und die Zähigkeit die beste Verbindung derselben

selben unter einander zu erkennen, wodurch denn natürlich der Zusammenhang oder die Stärke des Eisens befördert werden muß.

Ich kann daher der Meinung derer, die den Stahl für das feinste Eisen halten, und welche das Stahlcementiren für ein Raffiniren des Eisens ansehen, nicht beitreten, indem eine ungewöhnliche Härte nur beweisen kann, daß sich entweder ein fremder Körper in der Mischung befindet, oder daß irgend ein Bestandtheil im Ueberfluß vorhanden ist, worüber ich weiter unten Mehreres zu bemerken Gelegenheit haben werde. Eben so wenig werden aber auch alle Eisenarbeiter meiner Behauptung beistimmen, daß das weichste und zäheste Eisen das beste ist. Die Schlosser und alle Arbeiter, welche das Eisen kalt mit der Feile, mit dem Meissel und mit dem Bohrer zu bearbeiten haben, werden zwar mit mir einerlei Meinung seyn; aber die Armaturfabrikanten, die Stahlarbeiter und die Grobschmiede werden dem festen, harten und starken Eisen, welches der Abnutzung am mehrsten widersteht, den Vorzug geben; und ich will auch gern gestehen, daß das starke Eisen in vielen Fällen nützlicher, anwendbarer und dem weichen vorzuziehen ist.

Wer die feinsten polirten Arbeiten anzufertigen hat, fragt weniger, ob das Eisen weich, hart oder zähe ist, sondern er sieht nur darauf, daß es dicht und von kleinen schwarzen Ritzen und Rändern, die nicht selten nach der feinen Politur zum Vorschein kommen, frei ist. Das Eisen besitzt diese Eigenschaft indeß höchst selten, und man muß dasjenige Eisen, welches wirklich dicht ist, ungemein werth halten. Weil die Dichtigkeit aber eine zufällige Eigenschaft ist, so kann zuweilen ein sprödes und weiches oder ein mit fremden Metallen gemengtes Eisen eben sowohl dicht seyn als ein starkes und weiches Eisen, und die Dichtigkeit allein ist daher kein sicheres Kennzeichen des guten Eisens, worunter doch im Allgemeinen

meinen das reinste Eisen verstanden werden muß. Dasjenige Eisen hingegen, welches zugleich dicht, weich, zähe und stark ist, kann man mit Recht für das allervollkommenste Eisen halten; es kommt indeß wegen der unzähligen Veränderungen und Abweichungen in seinen Eigenschaften sehr selten vor, welches vielleicht mehr einer unkundigen Behandlung als einem Fehler des Metalles zuzuschreiben seyn dürfte.

Es ist ein Glück, daß das Eisen zu unendlich vielen Zwecken verwendet wird, und daß man bei den verschiedenen Anwendungen, die man von demselben macht, auch eben so viele verschiedene Eigenschaften verlangt, so daß der eine Arbeiter das Eisen sucht, was der andere verwirft. Der Staat, welcher Eisen zu den verschiedenen Bedürfnissen producirt, und in welchem man das Eisen auch zu den verschiedenen Zwecken auszusuchen und anzuwenden versteht, ist gegen die Provinz zu beneiden, die nur eine einzige Sorte von Eisen erzeugen kann. Wo aber gar kein Sortiren des Eisens üblich ist, wo man gutes und schlechtes Eisen durch einander wirft, und wo das gute Eisen durch eingemengtes schlechteres verdorben wird, da kann man nicht sagen, daß das Eisen auf die beste Art angewendet würde. Daß unsere großen und tiefen Eisenerzgruben in Schweden das Material zu dem besten Eisen hergeben, ist eine weltbekannte und ganz unbestrittene Sache, und daß wir in Schweden auch alle Abänderungen des Eisens, welche andere Länder nur erzeugen können, hervorzubringen im Stande sind, habe ich in meiner Abhandlung von der Verfeinerung des Eisens gezeigt. Ich kann es außerdem mit Ueberzeugung behaupten, daß ich unter allen Eisenerzen aus allen Provinzen und Welttheilen, welche mir zu Gesicht gekommen sind, keins gefunden habe, welches in Rücksicht seiner Mischung, seiner Eigenschaften und seines Verhaltens unsern besten Bergerzen, nämlich denen von Dannemora, gleich käme.

Das

Das mehrste schwedische Eisen ist fester, zäher und stärker als das, welches andere Staaten produciren. Rußland erzeugt viel weiches Eisen, auch Norwegen, Spanien und Amerika; letzteres jedoch nicht so viel, als es verbraucht. Deutschland hat rothbrüchiges und Frankreich größtentheils kaltbrüchiges Eisen. England producirt viel Eisen, größtentheils ist es aber spröde, wenigstens kurzsehnig und weich, und kann mit aller Kunst kaum zur gewünschten Vollkommenheit gebracht werden, obgleich es sehr möglich seyn kann, daß sich auch das schlechteste Eisen mit vieler Mühe und mit nicht belohnenden Kosten verbessern läßt. — Verlangt man also Eisen von vorzüglicher Stärke und Festigkeit, so muß man Schwedisches Eisen nehmen, weil die Kunst schwerlich ersetzen kann, was die Natur dem Erz versagt hat.

Es ist auch zu hoffen, daß Schweden den guten Ruf seines Eisens durch die genaue Befolgung weiser Einrichtungen sorgfältig erhalten werde; denn Jemand, der lange ein Meister in seiner Kunst war, kann zwar häufig durch Auffindung kleiner Vortheile, wodurch eine Waare nicht immer verbessert wird, auf einem kürzern Wege zu seinem Zweck gelangen, allein eben deshalb auch zuletzt von seiner Erfindung mehr Nachtheil als Nutzen erfahren *).

§. 84. Von den Kennzeichen des besten Eisens.

Daß man unter dem reinsten und feinsten Eisen dasjenige versteht, welches alle gute Eigenschaften des Eisens im vollkommensten Grade in sich vereiniget, habe ich

*) Wenn der Preis des Eisens, wie dies in England der Fall ist, jedesmal nach seiner Güte bestimmt würde, so wäre eine polizeiliche Aufsicht des Staats auf die Fabrikation nicht wesentlich nothwendig. Nie wird sich aber, ohne diese Aufsicht, das Eisenhüttengewerbe zu einer dauernden Höhe in einem Staat erheben, in welchem gutes und schlechtes Stabeisen, ohne Unterschied, gleich theuer verkauft wird.

ich schon angeführt. Wenn aber entschieden werden soll, welches Eisen unter den vielen Eisenarten das beste und vollkommenste ist, so muß man alle Eigenschaften desselben durchgehen, und sie einer genauen Prüfung und Untersuchung unterwerfen.

1. Nach dem Feilen und Feinpoliren muß das Eisen, wie ich oben (§§. 1. 3. 5.) gesagt habe, eine gleichförmige lichtgraue Farbe haben. Wenn man die Oberfläche des Eisens mit einer scharfen Feile durch parallele gleichförmige Striche reiniget, so zeigt es sich bald, ob lichtere oder dunklere, blanke oder matte Ränder und Flecken sichtbar werden. Ist dies der Fall, so ist das Eisen von ungleichem Korn und aus weicherem und härterem Metall zusammengesetzt. Nach der Oberflächenhärtung und nach dem Feinpoliren mit Polirpulvern werden dann mehrere feine schwarze Ritzen, Punkte oder Ränder zum Vorschein kommen, woraus man sehen kann, ob das Eisen mehr oder weniger dicht war. Dies läßt sich durch eine solche Politur am genauesten ausmitteln; durch das Poliren mit dem Polirstahl werden jene Fehler des Eisens aber verdeckt, und lassen sich nicht genau beurtheilen.

2. Aus dem §. 24. geht hervor, daß das Eisen das reinste und dichteste seyn muß, welches das größte specifische Gewicht hat, nur müssen die zu untersuchenden Stücken auf eine und dieselbe Art nach dem Schmieden geglühet seyn. Die Eigenschaften der Zähigkeit und Stärke lassen sich indeß auf diese Weise nicht bestimmen.

3. Nach aller Erfahrung muß der Magnet das reinste Eisen am stärksten anziehen, oder wenn man zwei gleich schwere und gleich gestaltete Stücken Eisen wechselweise an einem wohl armirten Magnet anhängt, so muß das Eisen das reinste seyn, welches das größte Gewicht zum Losreißen erfordert. Die größte Genauigkeit ist indeß bei diesen Versuchen eben so schwierig, als

be

bei den Versuchen zur Bestimmung des specifischen Gewichts.

4. Das beste Eisen muß an der Luft am langsamsten rosten, und wenn es endlich eine dünne Rosthaut ansetzt, so muß diese überall gleich stark seyn, vorausgesetzt, daß einerlei Ursach des Rostens zum Grunde liegt. Ein Flintenlauf z. B., der überall eine ganz gleiche braune Rostfarbe erhält, ist durchgängig aus gleichem Eisen gearbeitet.

5. Am zuverläßigsten und besten prüft man die Güte des Eisens durch das Feuer, und zwar von dem niedrigsten bis zum höchsten Hitzgrad, wovon dann das Eisen das stärkste und beste ist, welches

a. in der geringsten Wärme oder in der Kälte das stärkste Hämmern und Biegen verträgt, ehe es bricht;

b. in der Wärme am stärksten ausgedehnt, folglich beim Erkalten am mehrsten zusammen gezogen wird. Die Ursach davon habe ich schon oben (§. 44) angegeben; indem das Metall, welches die stärkste Hitze zum Schmelzen erfordert, auch der stärksten Ausdehnung und des stärksten Zusammenziehens fähig ist. Weil nun das reinste Eisen die stärkste Hitze erfordert, so muß es sich auch am stärksten ausdehnen, welches mit der Erfahrung völlig übereinstimmt. Wenn man nämlich eine Stange reines und weiches Eisen mit einer eben so großen Stange hartem Eisen oder Stahl zusammenschweißt, und den geschweißten rothwarmen Stab schnell ablöscht, so zieht sich dieser letztere krumm, und wirft sich mehr oder weniger nach der Seite, wo sich das weichere Eisen befindet. Eisen, welches rothglühend im Wasser abgelöscht, sich am wenigsten krumm zieht, muß daher von dem gleichförmigsten Korn seyn, und überall gleiche Eigenschaften besitzen.

c. In der Hitze, wobei das Eisen anläuft, oder in welcher die auf der Oberfläche des Eisens zum Vorschein kommenden Farben die Grade der Hitze bezeichnen, muß

das härteste Eisen oder der Stahl am schnellsten anlaufen, und vorzüglich die blaue Farbe in einem geringern Grade der Hitze annehmen, als das weiche Eisen (§. 49). Durch das Anlaufen, nämlich durch die Entstehung der ungleich gefärbten blauen Ränder auf der Oberfläche, findet man daher sehr bald, ob das Eisen aus weicherem und härterem Metall zusammengesetzt ist. Ränder, die zuerst blau werden, bezeichnen das härteste Eisen; das weichere Eisen erscheint erst in dem Hitzgrade mit dunkelblauer Farbe, in welchem das härtere Eisen schon wieder erbleicht oder lichter wird. Ein ungleichartiges Eisen, welches man doch nicht für das reinste gelten lassen wird, zeigt beim Anlaufen Ränder mit ungleichen blauen oder violetten Farben, und das Eisen ist das reinste, welches am gleichförmigsten blau anläuft, vorausgesetzt, daß die Hitze überall gleich, die Oberfläche des Eisens ganz rein und blank polirt, und von allem Schmutz frei war, und daß das Anlaufen ohne alle künstliche Mittel und Salben bewirkt wird.

d. In einer stärkern Glühhitze leidet das weichste und zäheste Eisen den größten Abbrand (§§. 57. 58.) und giebt den weichsten und lindesten Glühspan.

e. In der Schweiß- oder Schmelzhitze sprüht das reinste Eisen sehr feine, weiße, helle und zischende Sternchen um sich her, die ein geübtes Auge leicht von den röthlichen, groben und schweren Funken, die ein unreines, vorzüglich ein rothbrüchiges Eisen auswirft, unterscheidet. Das reine Eisen kann auch eine viel stärkere Hitze vertragen, hat in der Schweißhitze eine völlig milchweiße, viel lichtere Farbe, und läßt sich am besten schmieden und mit andern Eisenarten und Stahl, die sich in demselben Hitzgrad befinden, am leichtesten zusammenschweißen, nur muß man einen zu starken Abbrand durch eine leichtflüssige glasige Substanz zu verhüten suchen.

f. Im verschloßnen Feuer, wo kein Luftzutritt statt findet, läßt sich das reinste und geschmeidigste Eisen für

sich

sich allein ganz und gar nicht (wenigstens gewiß außerordentlich schwer) schmelzen (§. 77). Im geschmeidigen Zustand mischt es sich daher mit andern Metallen nicht vollkommen; sobald aber Luft und Brennbares zu gleicher Zeit zutreten können, verwandelt es sich wieder in Roheisen und Stahl, und dann läßt es sich allerdings schmelzen.

g. Wenn reines und weiches Eisen geglüht, und im Wasser abgelöscht wird, so muß es dadurch nicht viel härter werden, als wenn es an der Luft erkaltet, auch muß es sich dann noch hämmern und biegen lassen, und mit der Feile oder unter dem Hammer keine Stellen zu erkennen geben, die härter sind als andere.

6. Auch durch saure, scharfe und ezende Wasser kann man das reine Eisen sehr deutlich erkennen, wie ich an einem andern Ort (§§. 15. 23. 229.) gezeigt habe. Je weicher das Eisen ist, desto silberfarbener oder weißer, und umgekehrt, je härter es ist, desto dunkelgrauer und schwärzer wird seine Oberfläche durch das Ezen und Beitzen zum Vorschein kommen. Ist die weiße Farbe gleichförmig und hat sie keine schwarzen Stellen, so ist das Eisen von einer gleichförmig guten Beschaffenheit; leuchten aber dunklere Ränder, Punkte oder Flecken hervor, so kann man sicher schließen, daß diese Stellen aus härterem Eisen bestehen. Zeigt sich das Eisen auf dem Bruch als glänzende, gleichsam schattirte Körner, so pflegt es gewöhnlich kaltbrüchig oder roh zu seyn; wenigstens an den Stellen, wo solche glänzende Ränder und Flecken zum Vorschein kommen. Die inneren Fehler und Eigenschaften des Eisens lassen sich daher durch das bloße Ezen mit schwachem Scheidewasser auf seiner Oberfläche auffinden. Am besten bedient man sich hierzu des weiter unten (§. 229) zu beschreibenden Ezwassers, in welches das zu probirende Eisen, entweder ganz und gar, oder nur mit einem Ende, eine oder zwei Stunden lang bei einer gelinden Digerirwärme hineingestellt wird, bis

sich das im Eßwasser befindliche Kupfer stark auf dem Eisen niedergeschlagen hat, worauf man es, wenn es nicht von selbst abfällt, mit reinem Wasser abspühlt oder abbürstet. Die Oberfläche wird dadurch überall rein und blank, und man kann dann aus den angezeigten Unterschieden der Farben auf die mehrere oder mindere Gleichförmigkeit des Eisens schliessen.

7. Auch durch das Stahlcementiren lassen sich die Eigenschaften des Eisens erkennen. Eisen, welches von Natur schlecht oder beim Verfrischen verwahrloset ist, zeigt seine Fehler als Stahl noch auffallender. Mürbes, weiches und undichtes Eisen, welches im Bruch ein schiefriges oder blättriges Ansehn hat, erhält beim Stahlbrennen Blasen von der Größe einer Wallnuß; festes, starkes und im Bruch feinzackiges Eisen bekommt gar keine oder doch nur kleine Blasen wie Linsen oder Hanfkörner, und zwar nur an einigen Stellen. Rothbrüchiges Eisen giebt noch rothbrüchigeren Stahl, und von kaltbrüchigem Eisen wird der Stahl so spröde, daß er sich weder warm noch kalt bearbeiten läßt. Brüche, Risse und Ungleichheiten im Gefüge des Eisens werden bei dem cementirten Stahl noch beträchtlicher. Weiches Eisen giebt einen sehr weichen Stahl, und die Engländer haben ohne Zweifel erst durch das Stahlcementiren die Güte unsers Oeregrunder und Dannemorer Eisens schätzen gelernt.

8. Insofern die Verschiedenheit des Eisens von den Verhältnissen der Bestandtheile gegen einander abhängt, muß auch die Untersuchung derselben auf die Kenntniß des Unterschiedes zwischen besserem und schlechterem Eisen führen; da sich diese Untersuchung indeß nicht so leicht von Jedermann anstellen läßt, so kann ich hier nur darauf hindeuten, und behalte mir das Nähere für die Folge vor.

Mehrere Kennzeichen des zu den verschiedenen Zwecken, zu denen man es anwenden will, vorzüglichsten Eisens

Eisens, findet man an mehreren Orten dieses Werks, besonders in §§. 75. 82. 115 — 126. aufgeführt; auch kann man sie aus den polizeilichen Verfügungen über die gesetzmäßige Beschaffenheit des Eisens, in Polhem's patriotischem Testament und in meinem Werk über die Verfeinerung des Eisens nachsehen.

§. 85. Ob Sehnen oder Fasern das beste Eisen bezeichnen.

Man hält es allgemein für ein sicheres Kennzeichen eines guten Eisens, wenn die Stange sich mehrere male hin und herbiegen läßt, ehe sie bricht, und dann im Bruch zähe Adern, Sehnen, Fasern oder Lamellen zeigt, und daher hätte ich dies auch (§. 84.) mit anführen müssen. Allein obgleich das Eisen, welches nach mehrerem Hin- und Herbiegen im Bruch sehnig wird, wirklich immer zähe und geschmeidig ist, so kann man doch nicht umgekehrt schließen, daß das Eisen, welches beim Biegen oder starken Schlagen mit einem nicht sehnigen, sondern feinkörnigen Bruch erscheint, spröde oder ungeschmeidig sey, denn man darf nicht glauben, daß das zähe und gute Eisen eben so wie ein Stück Holz oder wie ein anderer Körper aus dem Pflanzenreich, aus langen über einander liegenden Fasern oder Lamellen besteht, sondern diese Fasern sind blos als eine Folge des Schmiedens anzusehen *).

Man

*) Wenn die Sehnen bloß eine Folge des Schmiedens wären, so müßte der Bruch in einer gleichförmig geschmiedeten Stange Eisen an allen Stellen gleich seyn, welches aber nicht der Fall ist. Manches Eisen bekommt gar keine Fasern, wenn es auch noch so schwach geschmiedet, ja sogar zu Blechen ausgereckt wird, und wiederum giebt es flaches Eisen von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll stark, auch von $\frac{3}{4}$ bis $\frac{5}{4}$ Zoll im Quadrat, welches beim Zerschlagen auf dem Bruch stellenweise ganz adrig und an anderen Stellen durchaus körnig ist. Dies gesteht Hr. R. aber auch weiter unten ein und hätte sich daher bestimmter so ausdrücken können: daß zähe Fasern zwar jedesmal ein gutes Eisen bezeichnen, indem das rohe und das kaltbrüchige Eisen nie Zähadern erhalten können, man mag

Man kann sich hiervon deutlich überzeugen, wenn man ein kurzes Stück fasriges oder sehniges Eisen durch das Schmieden so zusammenstaucht, daß es endlich nach der Richtung der Quere zu einem Stabe ausgezogen wird. Die Fasern kommen dann in diesem letzten Stabe eben so wie in dem ersten der Länge nach zu liegen, obgleich sie durch das Schmieden ganz zerstöhrt oder wenigstens verwirrt seyn müßten, wenn sie zur natürlichen Struktur des Eisens gehörten, oder wenn die Geschmeidigkeit nothwendig diese regelmäßige Lage verlangte. Es scheint daher, daß die Fasern nur durch das Biegen und beym Zerschlagen der Stange entstehen, und daß sie auf dem großen Zusammenhang der Theilchen, wenn nämlich das Eisen so dünn oder so schwach ausgezogen ist, daß man es biegen kann, ehe es bricht, hindeuten. Daher kommt es auch, daß eine ziemlich starke Stange, z. B. von 1½ Zoll im Quadrat, im Bruch durchaus keine Fasern oder Sehnen, sondern nur ein zackiges Korn zeigt, wenn man sie vorher etwas eingehauen hat, und dann mit aller Gewalt durchschlägt, obgleich es völlig geschmeidiges, zähes und gutes, ja oft das allerbeste und dichteste Eisen seyn kann, welches nach dem Ausrecken zu einem dünnen Stabe, oder zu Blech, wieder einen sehnigen Bruch erhält, wovon man sich in den Eisenfabriken täglich überzeugen kann.

Wenn man zähes und sehniges Eisen langsam glüht und durchschlägt, ohne es vorher zu hämmern, so pflegen die Fasern ebenfalls zu verschwinden, und der Bruch erhält ein körniges Ansehn, wird aber durch abermaliges Ausschmieden wieder sehnig, wenn das Glühen nämlich nicht bis zum gänzlichen Verbrennen des Eisens (§. 72.) fortgesetzt worden ist. Hieraus geht auch hervor,

es so dünne ausrecken als man will; daß es aber gutes körniges Eisen giebt, welches wenig geneigt ist, Fasern zu bilden, und daß selbst dasjenige Eisen, welches zu dünnen Stäben ausgereckt faserig erscheint, in dickeren Stäben gewöhnlich einen zackigen Bruch hat.

vor, daß die Behauptung des Hrn. v. Büffon, daß die Eisenstäbe durch die Gewohnheit der Frischer, sie im Wasser abzulöschen oder abzukühlen, ihre Zähadern verlieren, — welche schon Herr **du Coudray** (nouvelles experiences sur le fer 1775) zu widerlegen bemüht gewesen ist (vergl. §. 75.) — durchaus keinen Grund hat. Dagegen geht aber auch Herr **du Coudray** wieder zu weit, wenn er sagt, daß **alles** Eisen durch das Ausschmieden zu dünnen Blechen einen sehnigen Bruch oder Fasern erhalte, denn das kaltbrüchige Eisen läßt sich bekanntlich in der Rothglühhitze zwar zu dünnen Blechen ausdehnen, wenn man diese aber kalt abbricht, welches sehr leicht und schnell erfolgt, so zeigen sie blos einen schimmernden körnigen Bruch, aber keine Sehnen, und lassen sich daher zu Dachblechen und zu allen Arbeiten, bei denen kaltes Hämmern, Biegen und Falzen nöthig ist, nicht gebrauchen.

§. 86. Von den Ursachen der Ungeschmeidigkeit des Eisens.

Ehe wir zu der Untersuchung übergehen, wie das Eisen geschmeidig wird, scheint es mir nöthig zu seyn, wo möglich die Ursachen aufzusuchen, aus denen es ganz ungeschmeidig wie Roheisen, oder weniger geschmeidig wie Stahl und schlechtes Stabeisen werden kann. Die geschmeidigen Metalle können mehr oder weniger ungeschmeidig werden

1. durch die Verbindung unter einander,
2. durch die Verbindung mit fremden Körpern,
3. durch die Stöhrung ihrer Bestandtheile.

1. **Durch die Verbindung mit andern Metallen.** Es ist eine bekannte Sache, daß ein Metall durch die Verbindung mit einem andern ungeschmeidig werden kann. Gold wird z. B. durch die Vernbidung mit

mit Zinn und Blei, oder mit einem Halbmetall spröde, behält aber seine Geschmeidigkeit durch einen Zusatz von Kupfer, Silber, Platin und Eisen, wenn dieses nämlich in geringer Menge vorhanden ist, wie ich unten (§§. 125 — 127.) zeigen werde. Platin, Silber und Kupfer verhalten sich zu dem Eisen fast eben so als das Gold.

a. Das Eisen kann 16 bis 20 Procent und noch etwas mehr **Gold und Silber** enthalten, ohne etwas von seiner Geschmeidigkeit zu verlieren; durch einen Zusatz von der Hälfte Gold wird es aber spröde, wie Herr **Brandt** in den Verhandl. d. Königl. Schwed. Akad. d. Wissenschaften für d. J. 1751 S. 205 gezeigt hat. Bei einem Zusatz von der Hälfte Silber bleibt das Eisen noch etwas geschmeidig, und wenn es weniger Silber enthält, läßt es sich auch sogar noch kalt schmieden (§§. 125. 138). Drei Theile Eisen und 1 Theil Platin geben nach Hrn. **Lewis** kein ganz ungeschmeidiges Gemisch (§§. 134. 135).

b. Ein Gemisch von 1 Theil Eisen und 2 Theilen **Zinn** ließ sich kalt schmieden und ausrecken. Eben so verhielten sich auch viele andere Gemische, in denen 3 bis 4 mal so viel Zinn als Eisen enthalten war (§. 146). Gleiche Theile Zinn und Eisen gaben aber ein sprödes Gemisch, welches indeß weich gegen die Feile und unter dem Polirstahl war. Sobald man aber nur sehr wenig Kupfer zu der Mischung des Eisens mit Zinn setzt, wird sie beständig spröde und hart (147).

c. Ein kleiner Gehalt von **Kupfer** benimmt dem Eisen die Geschmeidigkeit in der Kälte nicht, in der Rothglühhitze läßt sich das Gemisch aber auf keine Weise schmieden, und noch weniger in der Weißglühhitze oder in der Schweißhitze, weil es gänzlich zerfährt (§. 141). Die Eisen- und Stahlarbeiter wissen es auch recht gut, daß Eisen und besonders Stahl, bei der Bearbeitung in einer Esse, in welcher eine Löthung mit Kupfer oder Mes-

Messing vorgenommen worden, und worin zufällig (und oft unvermeidlich) etwas Kupfer zurückgeblieben ist, rothbrüchig wird, und daß das Schweißen und Härten in einer solchen Esse, so lange als die Hitze noch Dämpfe oder Flammen von Kupfer austreibt, nicht von Statten gehen will. Auch ist es eine auf allen Kupferhämmern und in allen Messinghütten bekannte Erfahrung, daß alle Werkzeuge, mit denen man das geschmolzene Kupfer oder den Messing häufig umrührt, an den Stellen, welche mit dem geschmolzenen Metall in Berührung gewesen sind, weder geschmiedet noch geschweißt werden können. Der geringste Kupfergehalt der Eisenerze verursacht ebenfalls einen sehr nachtheiligen Rothbruch. Der Vorschlag des Herrn Jars (in der ersten Abhandlung seiner metallurgischen Reise *), das Eisen durch einen kleinen Zusatz von Kupfer zu verbessern, um demselben dadurch, seiner Meinung nach, eben so wie dem Gold und Silber, mehr Härte und Stärke zu ertheilen, würde daher sehr unanwendbar seyn. Was von dem Gold und Silber, oder von irgend einem andern Metall gilt, läßt sich nicht auf das Eisen anwenden, indem die Metalle in ihrem Verhalten ganz verschieden sind.

d. Das Blei verbindet sich mit dem Eisen zu einem geschmeidigen Gemisch, wenn es in 3 oder 4 mal größerer Quantität vorhanden ist. Gleiche Theile Eisen und Blei verbinden sich aber nicht mit einander, sondern das Blei fällt für sich allein zu Boden (§. 151). Man darf daher von einem Bleigehalt des Eisens nichts befürchten, und eben so wenig hat die Vermuthung mehrerer Hüttenleute, daß bleiartige Eisenerze ein kaltbrüchiges Eisen geben, einen Grund, indem das Eisen, welches blos durch Blei aus der Schlacke reducirt wird, ganz geschmeidig und weich ist (§. 151. 2).

e. Spiesglanzkönig und Eisen geben ein in allen mög-

*) S. 8. der deutschen Uebersetzung.

möglichen Verhältnissen beider Metalle sprödes Metallgemisch (§. 167).

f. Dasselbe ist beim **Wismuth** der Fall (§. 170).

g. **Quecksilber** und **Zink** lassen sich mit dem Eisen ohne einen Zusatz von einem andern Metall nicht verbinden. Mit dem Quecksilber scheint die Verbindung auch immer nur sehr oberflächlich zu seyn, und das Feuer bewirkt eine völlige Trennung beider Metalle. Wenn das Zink mit dem Eisen in den Blenden, im Gallmei oder in erdartigen Erzen mineralisirt vorkommt, so scheint es wohl, daß ein geringer Theil dieses Metalls mit in das Roheisen übergeht, aber nach dem Verfrischen des Roheisens zu Stabeisen habe ich nicht finden können, daß jenes flüchtige Metall auch mit dem Stabeisen verbunden geblieben wäre, obgleich Herr **Gerhard** in seinen Anmerkungen zu Jars metallurgischen Reisen anführt, daß die bläulichen Funken beim Schmieden des Eisens die Gegenwart des Zinks zu erkennen geben sollen. Farbe und Ansehen geben bekanntlich leicht zu irrigen Urtheilen Anlaß; ich will indeß wohl zugeben, daß das Zink durch sein vieles Phlogiston, und vielleicht auch durch seine eigenthümliche metallische Erde, das Eisen zu verändern vermag.

h. **Kobaldkönig** verbindet sich leicht und ohne Gewichtsverlust mit dem Eisen; auch hat Hr. **Brandt** in den Abhandlungen der Königl. Schwed. Akad. d. Wissenschaften für das Jahr 1746 S. 119 u. f. gezeigt, daß eine geringe Quantität von einem eigenthümlichen Kobalderz von der Grube Ritterhütte (welches blos Schwefelsäure ohne eine Spur von Arsenik enthält) der Geschmeidigkeit des Eisens keinesweges nachtheilig war, indem er statt eines spröden Korns, welches er vermuthete, ein ganz geschmeidiges Gemisch aus dem Tiegel erhielt. Es kommt hierbei indeß sehr viel darauf an, ob das Schmelzen mit viel, mit wenig, oder mit gar keinem Kohlenstaub vorgenommen ward (§. 161); welchen Antheil

theil aber die Schwefelsäure an der Geschmeidigkeit des Eisens haben kann, ist schon oben (§. 65. h.) gezeigt worden. Ohne Zweifel rührte die Zähigkeit jenes Eisenkorns auch mehr von der Säure als von dem Kobaldmetall her, wenigstens erhielt ich mit dem, aus arsenikalischem Kobald ausgebrachten Metall kein geschmeidiges Eisenkorn.

i. **Nickelkönig** giebt in allen Verhältnissen mit dem Eisen ein geschmeidiges Gemisch (Bergmann Diss. de Niccolo). Man vergl. §. 46. 4 und §. 158.

k. Mit **Arsenik** giebt das Eisen immer ein sprödes Metallgemisch, welches sich weder warm noch kalt unter dem Hammer behandeln läßt. Das Eisen verliert seine Geschmeidigkeit durchaus, und wenn ihm auch noch so wenig Arsenik, allein oder in Verbindung mit andern Metallen, zugesetzt werden sollte.

l. Mit dem **Braunsteinmetall** läßt sich das Eisen verbinden, ohne merklich an seiner Geschmeidigkeit, weder im kalten noch im erhitzten Zustande, zu verlieren, wie das Eisen aus Daland, welches aus sehr braunsteinhaltigen Eisenerzen von den Gruben zu Klapperud erzeugt wird, beweist. Das Roheisen aus diesen Erzen besitzt die sonderbare Eigenschaft, daß es sehr wenig, oder fast gar nicht, vom Magnet gezogen wird, und daß es ein Ansehn wie Spiesglanzkönig hat (§. 36. 6). Stabeisen aus diesem Roheisen enthält nach allen Untersuchungen sehr viel Braunsteinmetall, ist aber dennoch vollkommen geschmeidig, nur ziemlich stahlartig und etwas kurzsehniger als anderes zähes Eisen. Herr Hjelm, der sich sehr viel damit beschäftigt hat, die Anwesenheit des Braunsteins in den Eisenarten auszumitteln, hat dieses Metall in verschiedenen Eisenerzen, woraus gewöhnlich geschmeidiges Stabeisen bereitet wird, aufgefunden (§. 76). Herr Scheele fand in dem Roheisen von den stahlartigen Swartwicker Eisenerzen 16 Procent Braun-

Braunsteinmetall, und dennoch wird daraus ein sehr gutes, obgleich oft stahlartiges Eisen erzeugt.

Es geht hieraus hervor, daß sich die Ganzmetalle in einem gewissen geringen Verhältniß mit dem Eisen, ohne den gänzlichen Verlust seiner Geschmeidigkeit, verbinden können, und daß nur wenige Halbmetalle, nämlich das Wismuth, Spiesglanz und Arsenik, in allen, auch den geringsten Verhältnissen, die Geschmeidigkeit des Eisens gänzlich zerstören. Indeß läßt sich das Eisen in der Vermischung mit den oben genannten Metallen, doch nur im kalten Zustand, mehr oder weniger unter dem Hammer bearbeiten, und verliert in der Rothglühhitze die Geschmeidigkeit gänzlich, es mag vermischt seyn mit welchem Metall es wolle, ausgenommen mit einem geringen Antheil von Gold oder Silber und mit dem Braunsteinmetall, es sey denn, daß noch einige, jetzt nicht genau bekannte Metalle, mit zu der letzten Ausnahme gezählt werden müssen, welches künftigen Entdeckungen vorbehalten bleibt. Das Eisen kommt jedoch nur selten mit andern Metallen, außer zuweilen mit Kupfer und Arsenik, in der Natur vor, und diese verursachen in der Glühhitze beim Schmieden immer eine Sprödigkeit.

2. **Durch die Verbindung mit fremden Körpern.** Körper, durch welche sich die Geschmeidigkeit des Eisens verändern könnte, müssen entweder **erdartige, brennbare**, oder **salzige** Körper seyn.

a. Nach der Angabe sehr vieler Schriftsteller sollen sich, besonders in dem unraffinirten Roheisen, erd- stein- und schlackenartige Theile befinden, und diese Beimischung soll die vorzüglichste Ursach der Ungeschmeidigkeit des Roheisens seyn, so daß das spröde Roheisen, ihrer Meinung nach, nicht eher in den Zustand der Geschmeidigkeit übergehen, oder als geschmeidiges Eisen erscheinen kann, als bis die eingemengten überflüssigen, unmetallischen und erdartigen Theile, durch ein abermaliges

Schmel-

Schmelzen und durch das Durchwirken beim Schmieden abgeschieden sind, indem die in eine flüssige Schlacke verwandelten Erden aus dem Eisen, durch das Umschmelzen und Schmieden, nach ihrer Vorstellung, eben so wie die Molken vom Käse und von der Butter getrennt werden. Obgleich ich gern einräumen will, daß sich zuweilen zufällig sehr geringe Quantitäten von erd- und glasartigen Theilchen in den Zwischenräumen und Poren des Roheisens befinden, und daß das Gleichniß mit den Molken einigermaßen anwendbar ist, so wird man doch wohl schwerlich beweisen können, daß sich dergleichen heterogene Substanzen so innig mit dem Eisen verbinden und in demselben aufgelöst seyn können, daß sie die Sprödigkeit zu verursachen im Stande sind. Das Ungereimte dieser Behauptung wird noch einleuchtender, wenn wir in der neunten Abtheilung sehen werden, daß das Roheisen durch bloßes Glühen zu geschmeidigem Eisen werden kann. Eben so bedarf es zu dieser Umwandlung auch nur des Schmelzens und keinesweges der Wirkungen des Hammers, um dadurch etwa Schlacken oder Molken auszupressen. — So lange das Eisen (oder irgend ein anderes Metall) seine metallische Beschaffenheit behält, ist die Anziehung der Metalltheile unter einander so stark, daß sie die reinen glasartigen Körper, welche nicht die geringste Anziehung zum Metall haben, eben so wenig auflösen können, als sie davon aufgelöst werden. Sobald das Metall aber zerstört, oder selbst in Erde verwandelt wird, hat es eine sehr große Neigung, sich mit den glasartigen Körpern zu verbinden (§. 56. 1. und §. 63.) und daher kann man den glasartigen oder schlackigen Theilen den Mangel an Geschmeidigkeit wohl nicht zur Last legen *). — Noch widersinniger

*) Seitdem wir wissen, daß auch die Erden nur oxydirte Metalle sind, und daß sie sich in der Hitze, bei welcher das Roheisen im Hohenofen erzeugt wird, ebenfalls reduciren, hat die Verbindung des Eisens mit den Grundlagen der Erden nichts Befremdendes mehr, und das Roheisen mögte daher doch wohl eine Verbindung von

ger ist aber die Behauptung eines Schriftstellers, daß die Härte und die Eigenschaften des Stahls von der Verbindung eines glasartigen Körpers mit dem Metall herrühren sollen. Gewöhnlich findet man in dem weichsten und zähesten Stabeisen die mehrsten undichten Stellen, Ränder, Streifen und Flecken, welche blos aus eingeschlossenen Theilen von verbranntem Eisen, Eisenerde oder Schlacke bestehen, und dennoch verliert das Eisen durch diese fremde Beimischung nicht merklich von seiner Stärke und Geschmeidigkeit.

b. Ganz anders verhält es sich mit dem Brennbaren oder mit dem Phlogiston, welches ein Bestandtheil des Eisens ist (§. 275) und dessen geringere oder größere Einmischung und verschiedenartige Beschaffenheit die mehrsten Veränderungen des Eisens hervorbringt. Es geht aus den oben (§. 66, 4. §. 77, 12. und §. 78.) angeführten Versuchen, über die Behandlung des Eisens im Feuer mit brennbaren Substanzen hervor, daß das Eisen durch das Phlogiston *) nicht allein aus dem erdartigen Zustand in den der Geschmeidigkeit übergehen, sondern daß es dadurch auch von der größten Geschmeidigkeit und Zähigkeit zu solcher Sprödigkeit gebracht werden kann, daß es sich wie das sprödeste Metall im Mörser pulvern läßt (§. 44. §. 78, 1. b. §. 276). Der sprödeste Stahl und das Roheisen können dagegen, ohne Schmelzung und durch ein bloßes langsames Brennen (für sich allein oder mit einem Zusatz von solchen Körpern, die kein Phlogiston enthalten) in den geschmeidigen Zustand versetzt und entweder Stahl oder weiches Eisen werden (§§. 71. 73. 265), sobald das überflüssige Phlogiston ausgeschieden wird. Geht aber durch eine zu starke Wir-

kung

Eisen, Kohle und von den metallischen Basen der Erden (vorzüglich der Kieselerde) seyn, welche letzteren sich aber sehr leicht oxydiren. Der Frischproceß würde dann kein Desoxydationsproceß (wofür man ihn wohl zu halten pflegt), sondern er muß ein wirklicher Oxydationsproceß seyn.

*) Kohlenstoff.

kung des Feuers zu viel Phlogiston verloren, so wird das Metall wieder spröde und verwandelt sich in Schlacke (§§. 56. 57. 66). — Auf diese Art kann ein und derselbe Körper, nämlich das Phlogiston, zugleich die Ursach der Geschmeidigkeit und der Sprödigkeit seyn, und es wird aus mehreren Stellen in diesem Werk hervorgehen, daß die verschiedene Quantität und Reinheit dieser Substanz eigentlich die verschiedenen Arten und Eigenschaften des Eisens bewirkt, welches ich weiter unten bei der Untersuchung der Bestandtheile des Eisens, vorzüglich des Stahls (§. 275) näher auseinandersetzen werde.

c. Aus dem oben (§. 61) angeführten Verhalten des Eisens im Feuer mit verschiedenen Salzen, geht hervor, daß es durch die mehrsten Salze zerstört wird, und einige Härte erhält, welches bei der Anwendung alkalischer Salze vorzüglich zu geschehen pflegt. Unter den Mineralsäuren ist keine wirksamer als die Vitriolsäure, weil diese am feuerbeständigsten ist, und sich am innigsten mit dem Eisen verbindet. Die oben (§. 56, 9. vergl. mit §. 86 b.) angezeigten Versuche ergeben, daß sich das Eisen mit dieser Säure fast eben so als mit dem Phlogiston verhält, daß nämlich ein kleiner Antheil von Säure das Eisen in der gewöhnlichen Temperatur ganz vollkommen geschmeidig macht, daß eine größere Quantität Säure in der Hitze und in der Kälte aber eine Ungeschmeidigkeit hervorbringt, wie wir weiter unten bei der Untersuchung des rothbrüchigen Eisens (§. 119) sehen werden, und wie sich auch bereits aus dem oben (§§. 61. 78) angeführten Verhalten des Eisens mit Vitriolsäure deutlich ergiebt. — Wenn man ein Gemenge von Salzen mit Brennbarem, z. B. mit schwarzem Fluß (so wie man ihn zur Reduction des Eisens und zur Darstellung desselben aus seinen Erzen anwendet) (§. 280, 1. 9.) zum Schmelzen des geschmeidigen Eisens mit einem Zusatz von Kohlenstaub nimmt, so wird dasselbe oder der Feilspan davon zu sprödem Roheisen, obgleich man diese Um-

Umwandlung wohl weniger der Wirkung des Feuers als den Salzen und dem Kohlenstaub zuschreiben muß. (Man vergleiche hiermit §. 76: über das Verhalten des Eisens in der Schmelzhitze.)

Man muß sich daher nicht allein von den Erzen, die den Grundstoff des Eisens enthalten, und welche häufig mit vielen fremden Substanzen gemengt seyn können, sondern auch von den Bestandtheilen und Eigenschaften der Zuschläge, die man als flußbefördernde Mittel beim Hohenofenbetrieb anwenden will, die genaueste Kenntniß verschaffen. Der gewöhnliche Fluß ist Kalk oder Kalkstein, der oft von sehr ungleicher Beschaffenheit ist, und sehr viele fremde Substanzen enthält, welche mit dem Eisen eine Verbindung eingehen, und seine Natur verändern können. Schon der Kalk allein besteht aus einem eigenthümlichen Salz, welches sehr häufig Schwefelsäure enthält, die entweder innig mit ihm verbunden, oder in den beibrechenden Gebirgsarten, z. B. in der Hornblende, im Schörl u. s. f. enthalten ist. Anders verhält sich der weiße, spathartige Kalk, der ganze Berge und Gebirgslager bildet, und anders der geschichtete Kalk, der gewöhnlich aus der von den Schnecken zurückgebliebenen Erde entstanden ist. Noch ungleicher ist das Verhalten des Erdkalkes, der an der Luft schwarz wird, und gewöhnlich Braunstein, zuweilen auch etwas Säure, Bergharz und Eisenkalk enthält. — In Småland, wo der Kalk selten und theuer ist, bedient man sich als Fluß zu den Wiesenerzen des sogenannten Grünsteins, welcher eine aus Schörl, Hornblende, Glimmer, etwas Eisen, und sichtbarem Schwefelkies zusammengesetzte Gebirgsart ist, durch deren Anwendung man aus kaltbrüchigen Sumpf- und Wiesenerzen ein sprödes ungleichartiges Eisen erhält, welches oft roth- und kaltbrüchig zugleich ist. Es ist daher wohl möglich, daß man aus einem Erz, welches an sich gutes Eisen geben würde, oft durch die beibrechenden Gebirgsarten, oder

durch

durch übel gewählte Zuschläge, ein schlechtes und unbrauchbares Eisen ausbringt. — An einigen Orten ist man zwar so glücklich, daß man die vorkommenden Eisenerze, wegen ihrer schon bei sich führenden leichtschmelzenden glasartigen Materie, für sich allein, ohne einen Zusatz von Kalk oder von einem andern Fluß, im Hohenofen durchsetzen kann, wohin vorzüglich die Erze von Dannemora, und die demselben ähnlich sind, gehören; wo dies aber der Fall nicht ist, und wo die Erze mit solchen Bergarten vorkommen, welche für sich allein keine leichtschmelzende, flüssige und glasige Schlacke geben, muß man nothwendig Kalk zuschlagen, um das Schmelzen weniger zäh und strengflüssig zu machen. Ich habe aber schon erinnert, daß furchtsame und unwissende Hohenofenmeister durch einen zu starken Kalkzuschlag mehr Nachtheil als Nutzen stiften; auch muß man den Kalkstein, dessen man sich als Fluß bedienen will, vorher genau untersuchen, ob er etwas Schwefelartiges enthält, welches sich mit dem Eisen verbinden würde. Wenn den Erzen keine strengflüssige Bergarten beibrechen, und wenn es nur darauf ankommt, eine leichtflüssige glasige Schlacke zu erhalten, durch welche die kleinen schon reducirten Eisenkörner sowohl, als das im Gestell des Hohenofens sich angesammelte Eisen, gegen das Verbrennen und gegen die Wirkung des Feuers geschützt werden sollen, so scheint mir eine reine glasige Hohenofenschlacke der beste Zuschlag oder Fluß zu seyn *). Nach allen Versuchen ist es entschieden, daß der unmittelbare Zutritt der Kohle schon hinreicht, das Eisen in metallischer Gestalt darzustellen, daß sich das Eisen aber eben so schnell wieder verschlackt, oder daß es sogleich verbrennt, wenn es nicht augenblicklich mit einer glasartigen

*) Einen solchen Zusatz von Schlacke muß man auch dann geben, wenn man wegen der großen Hitze im Ofen einen trockenen Gang zu erwarten hat. Die Schlacke wirkt aber als Decke und als Beförderungsmittel des flüssigen Ganges bei einer übrigens gehörig regulirten Beschickung, und keinesweges als Fluß zur Beschickung.

artigen, das Eisen in der Hitze nicht angreifenden Substanz, welche das einzige wirksame Mittel ist, um das Metall gegen das Verbrennen zu schützen, bedeckt wird. Daß die reine, weiße, blaue oder grünliche Hohenofenschlacke diese Eigenschaft besitzt, geht aus mehreren Versuchen (besonders aus §§. 76. 78) hervor. Auch beim Schweißen des Eisens in der Schmiedeesse ist diese Schlacke der beste Schweißsand, und wenn Eisenbrokken, nach Art des Verfahrens der Engländer, im Tiegel geschmolzen werden sollen, bleibt diese Schlacke immer der zweckmäßigste Zusatz.

Harry führt in seinem Lexicon technicum an, daß man sich auf einem Eisenhüttenwerk in England, Forest of dean genannt, bei der Erzeugung des Roheisens aus einem bläulichen Erz, welches man dort Brush ore nennt, keines andern Flusses als Schlacken von alten Schlackenhalden bedient, welche die Ueberbleibsel von vormals im Betrieb gewesener kleiner Oefen sind, die mit kleinen Handbalgen betrieben wurden. Dem Zusatz dieser (wahrscheinlich zugleich eisenhaltigen) Schlacken soll das Eisen von jenem Werk seine Güte, wodurch es sich vor allen andern englischen Eisenarten auszeichnet, vorzüglich verdanken. Auch Hr. Horrn bestätiget dies in seinen Essays concerning iron and steel. — In Schweden findet man bei den Hohenöfen sehr häufig Schlackenhalden aus alten Zeiten, und es würde gewiß interessante Aufschlüsse geben, wenn man an einigen Orten vergleichende Versuche über den Zusatz älterer und neuerer Schlacken anstellte.

d. So gewiß es ist, daß sich die Geschmeidigkeit des Eisens durch die Kunst verbessern läßt, eben so gewiß ist es auch, daß ein von Natur gutes Eisen durch unzweckmäßige Behandlung verschlechtert werden kann. Dies geschieht entweder schon beim ersten Schmelzen im Hohenofen, wenn man solche Erze zusammen durchsetzt, die ein ungleichartiges Eisen geben, welches sich beim

Schmel-

Schmelzen — wie unterrichteten Hohenofenmeistern hinlänglich bekannt ist — nicht genau vermischt; oder wenn man, um schlechtes Eisen durch gutes zu verbessern, solche Roheisenarten im Frischfeuer zusammen verarbeitet, welche sich nicht zu einer gleichförmigen Masse verbinden wollen. Auf diese Weise zerstört oft ein Eisen die Geschmeidigkeit des andern; das gute wird zu dem Zweck, wozu man es seinen Eigenschaften nach anwenden könnte, unbrauchbar, und das schlechte wird zu theuer, um es zu gewöhnlichen Waaren, zu denen es allenfalls anwendbar wäre, gebrauchen zu können. Auch durch eine unzweckmäßige Zustellung, und durch eine unvorsichtige Behandlung im Frischfeuer kann gutes, zähes und starkes Eisen unbrauchbar, hart und spröde werden, so daß ein gutes Eisen durch Nachläßigkeit und Unkunde der Frischer eher verdorben, als schlechteres durch Hülfe der Kunst verbessert werden kann, worauf ich weiter unten noch wieder zurückkommen werde.

3. **Die Form der integrirenden Theilchen.** Zur Geschmeidigkeit des Eisens wird auch erfordert, daß die integrirenden Theilchen desselben eine gehörige Gestalt haben, und daß sie eine gewisse Anziehungskraft gegen einander äußern. Es scheint, daß man die Stellung oder die Lage dieser Theilchen durch die bloße Wirkung des Feuers so verändern kann, daß das Eisen dadurch ungeschmeidig wird. Ich habe bei der Umwandlung des Eisens in Stahl (§. 270) angeführt, daß die Sehnen und Fasern des Eisens durch ein langsames und starkes Glühen des Metalles in Kohlenstaub oder in andern brennbaren Substanzen, nach und nach ein unordentliches körniges Gefüge erhalten, und daß das zäheste Eisen dadurch zuletzt so spröde wird, daß es bei dem schwächsten Schlage zerspringt. Man kann diese Sprödigkeit wohl vorzüglich der Ausdehnungskraft der Hitze zuschreiben, welche die Gestalt und die Laage der

Theilchen (die schon in den flüssigen Zustand übergehen wollten und auch flüssig geworden wären, wenn die Hitze länger gedauert hätte und stärker gewesen wäre) gänzlich veränderte. Sobald ein solcher spröder Brennstahl aber geglüht und unter dem Hammer bearbeitet wird, erlangt er im glühenden Zustande wieder seine vorige Geschmeidigkeit, obgleich er in der Kälte noch ungeschmeidiger wird, als er vorher war. Läßt man das Eisen in einer schwachen Hitze lange Zeit ohne Bedeckung glühen, so daß das Brennbare ausgetrieben werden kann, so wird es noch spröder, und sowohl im kalten als auch im erhitzten Zustande völlig ungeschmeidig (§§. 69 — 72.) und kann dann nur durch ein abermaliges Einschmelzen und Schmieden wieder seine Zähigkeit erlangen *).

4. **Mangel oder Ueberfluß eines eigenthümlichen Bestandtheils** des Eisens können ebenfalls zur Sprödigkeit oder Ungeschmeidigkeit Veranlassung geben. Aus den oben (2. b.) angeführten Thatsachen geht hervor, daß die Verschiedenheit des Eisens nicht allein von Brennstoff, sondern auch von der verschiedenartigen Beschaffenheit seines Grundstoffes selbst abhängig ist. Der erdartige Theil kann vielleicht bei dem einen Eisen feiner und reiner seyn als bei dem andern; bei diesem Eisen kann der Brennstoff in zu geringer, bei jenem in gehöriger, und bei dem dritten in zu großer Menge vorhanden seyn; eine Eisenerde kann nach Maaßgabe ihrer Reinheit und des Grades der Zerstörung, worin sie sich befindet, eine größere oder geringere Anziehung zum Brennbaren haben, als eine andere u. s. f. Diese natürlichen Eigenschaften lassen sich aber nicht immer durch die Kunst vortheilhaft umändern, und daraus entstehen dann die oben genannten Abänderungen des Eisens in Rücksicht seiner verschiedenen Geschmeidigkeit. So behalten

*) Die Veränderung der Gestalt der integrirenden Theilchen des Eisens ist nur die Wirkung, aber nicht die Ursache der Ungeschmeidigkeit, indem jederzeit eine Aenderung des chemischen Mischungsverhältnisses des Eisens vorangehen muß.

halten z. B. das kaltbrüchige, spröde, und das rothbrüchige zähe Eisen am mehrsten von ihrer Unart bei, man mag sie auch behandeln wie man immer will. Das mürbe, kurzsehnige und das harte Eisen behalten ebenfalls ihre Eigenschaften und lassen sich durch den gewöhnlichen Schmelz- und Schmiede-Proceß nicht verbessern. Diese Ursachen der Ungeschmeidigkeit des Eisens liegen daher in seiner Natur selbst; deshalb will ich aber nicht leugnen, daß nicht auch eine fehlerhafte Behandlung des Eisens, nämlich der Mangel an Kenntniß, wie man die verschiedenen Arten desselben verschieden behandeln muß, häufig bewirkt, daß ein an sich geschmeidiges Eisen ungeschmeidig bleibt, und dies führt mich auf die fünfte Ursache, aus welcher das Eisen ungeschmeidig werden kann, nämlich durch die:

5. Nachläßigkeit und Unwissenheit der Schmelzer und Frischarbeiter.

Davon überzeugt man sich bald, wenn man sieht, daß ein Hohenofenmeister oder Frischarbeiter aus demselben Erz oder Roheisen ein ungeschmeidiges oder ungleichförmiges Eisen liefert, woraus ein anderer zuweilen, wenn auch nicht immer, bei genauerer Kenntniß und bei mehrerm Fleiß und größerer Betriebsamkeit ein gleichförmig gutes Eisen ausbringt, worüber ich mich in meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens näher erklärt habe. Enthält das Erz von Natur Unarten, die das Eisen spröde machen, so muß man diese vorher durch die Wirkung des Feuers, nämlich durch gehöriges Rösten, austreiben, ehe man die Erze verschmelzt. Dies muß der Sorgfalt des Hohenofenmeisters überlassen bleiben, indem sich von dem Eisen in seinem erdartigen Zustande, oder als Erz, viele Theile verjagen lassen, die bei der weiteren Verarbeitung mit demselben in Verbindung gehen und es ungeschmeidig machen würden. Ein nachläßiges Schmelzen im Hohenofen, eine unzweckmäßige Zustellung oder eine üble

Behand-

Behandlung können zuweilen, jedoch selten, Veranlassung geben, daß aus guten Erzen ein ungeschmeidiges Eisen erfolgt *).

In der Regel fällt die Schuld, wenn man aus an sich gutartigen Erzen und Roheisen ungeschmeidiges Stabeisen erhält, auf den Frischer. Wenn aus einem und demselben gleichartig gutem Roheisen ungleichartiges Stabeisen erfolgt, und eine Stange geschmeidig, die andere ungeschmeidig ist, oder wenn das eine Ende bei einer und derselben Stange geschmeidig und sehnig, das andere aber — welches nur zu häufig der Fall ist — ungeschmeidig, spröde, roh und im Bruche grobkörnig ausfällt, dann ist es gewiß die Schuld des Frischers. Man muß indeß hierbei wohl bemerken, daß das Eisen auf so mannigfaltige Art, aus so verschiedenen Ursachen, in so verschiedenen Graden der Hitze u. s. f. seine Eigenschaften zu verändern vermag, daß menschliche Kunst und Mühe bei unsern gewöhnlichen Schmelz-Processen nicht immer im Stande sind, eine Stange wie die andere, und selbst in einer und derselben Stange, ein Ende so wie das andere, am wenigsten also ein ganzes Schmelzstück von derselben Güte wie das andere darzustellen. Man kann daher von dem Frischer durchaus nicht

*) Wenn das Stabeisen aus gutem Roheisen roh, oder wenn es stahlartig ausfällt, so ist es unbedingt die Schuld des Frischers; häufig kann er aber auch in den Fall kommen, schlechtes Roheisen aus an sich guten Erzen zu verarbeiten, und dann ist ihm die fehlerhafte Beschaffenheit des Stabeisens weit weniger als dem Hohenofenmeister zur Last zu legen, denn nie ist der Frischer im Stande, die Fehler des Hohenofenmeisters gänzlich zu verbessern. Erze, die eine Neigung zum Kalt- oder Rothbruch haben, oder welche gerne (wahrscheinlich wegen des Blei- oder Zinkgehalts) ein mürbes, oder solche Erze, die ein hartes Stabeisen (bei dem die Härte aber nicht vom Kohlenstoff, also von einer schlechten Behandlung im Frischfeuer, sondern von anderen, wahrscheinlich erdartigen Bestandtheilen herrührt) geben, müssen durch einen zweckmäßigen Hohenofenbetrieb dahin gebracht werden, diese Unarten abzulegen, weil die spätere Verbesserung im Frischfeuer ganz unmöglich ist. Was Hr. R. daher im Folgenden anführt, kann nur von gutem Roheisen aus gutartigen Erzen gelten.

nicht den höchsten Grad von Vollkommenheit verlangen, es sey dann, daß der ganze Schmiedeproceß, oder daß die Gedinge, nämlich die Art der Zahlung bei gewissen ökonomischen Verbindlichkeiten, die der Frischer zu erfüllen hat, verändert werden. Diese Gedinge sind der Güte des Eisens häufig im Wege, weil es fast unmöglich ist, die vollkommene Geschmeidigkeit und die gleichförmige Güte des Produkts mit der größten Kohlen- und Eisen-Ersparung, mit der stärksten Produktion in einer und derselben Zeit, und mit den wenigsten Unkosten mit einander zu verbinden. Dringt man auf eine vorzügliche Güte des Eisens, so muß man in der Regel auf eine Kohlenersparung Verzicht thun, und die Arbeiter müssen mehr Mühe und Zeit u. s. f. auf die Produktion verwenden.

§. 87. Auf welche Art man geschmeidiges Eisen erhält.

Man kann das geschmeidige Eisen entweder geradezu durch die Wirkung des Feuers und des Brennbaren **unmittelbar aus den Erzen** in der ersten Schmelzung erhalten, oder man gewinnt es durch einen Umweg, indem man das Eisen aus den Erzen zuerst als ein flüssiges Metall unter dem Namen **Roheisen** darstellt, und dieses hernach im Frischheerde weiter verarbeitet und durch ein abermaliges Umschmelzen geschmeidig macht.

Im ersten Fall bedient man sich kleiner, niedriger Oefen, oder tiefer Heerde, in denen man keine größere Hitze erzeugt, als nöthig ist, um die beibrechenden Gebirgsarten und fremden Körper in Fluß zu bringen, während das ausgeschiedene Eisen gerade so viel Phlogiston, als zu seiner Metallität erfordert wird, aufnimmt. In diesem Zustande verbinden sich die Eisentheilchen näher mit einander, und bilden eine oder mehrere

rere Massen, während sich die gröberen erd- und steinartigen Theile davon abscheiden, und nur mit denjenigen Eisentheilen in Verbindung treten, die in der schwächeren Hitze verbrannt sind, durch welche Verbindung sie alsdann die Fähigkeit erhalten, eine flüssige Schlacke zu bilden, ohne daß das Eisen selbst in einen flüßigen Zustand geriethe, wozu es, sobald es einen Grad von Geschmeidigkeit angenommen hat, keinesweges geneigt ist. Die kleinen Eisentheilchen ziehen oder schweißen sich vielmehr wegen der Anziehungskraft, die sie gegen einander äußern, zu einer weichen teigartigen Masse zusammen, und bilden eine sogenannte Frische, **Luppe**, **Schmelze**, **Deut** oder **Schrey**. Auf welche Art das Eisen, ohne es zu schmelzen, bloß durch die Glüh- oder Cementations-Hitze geschmeidig werden kann, habe ich schon oben (§. 65.) bei Gelegenheit der Reduktion der Eisenkalke angeführt.

Im zweiten Fall, wenn das Eisen zuerst als flüssiges Roheisen dargestellt werden soll, sind größere und höhere Oefen und stärkere Gebläse nöthig, um nicht allein die Bergarten und die erdartigen Theile in ein völlig flüssiges Glas oder in sogenante Schlacken zu verwandeln, sondern auch um den Eisentheilchen Gelegenheit zu geben, sich mit mehr Phlogiston zu verbinden und auf diese Art ein flüssiges Metall zu werden, welches sich vermöge seines größeren specifischen Gewichts aus der Schlacke niedersenkt und, von derselben bedeckt, gegen das Verbrennen geschützt wird. Auf diese Art läßt sich der ganze Eisengehalt des Erzes ohne Verlust gewinnen, allein das Eisen ist ungeschmeidig und daher nur als ein koncentrirtes reiches Eisenerz anzusehen, welches durch das überflüssige Phlogiston gewissermaßen mineralisirt ist. Deshalb muß das Roheisen bei der zweiten Schmelzung im Frischheerd, wobei es in den geschmeidigen Zustand versetzt wird, auch fast denselben Schmelzproceß durchgehen, dem ein weiches Erz gleich beim ersten

Schmel-

Schmelzen unterworfen wird, jedoch mit dem Unterschied, daß man bei der Reduktion des Roheisens bloß das überflüssige Phlogiston scheiden darf, obgleich das Roheisen dabei reichlich den vierten Theil seines Gewichts verliert, indem daraus so viel Schlacke gebildet werden muß, als zur Abscheidung des Phlogiston, und um das geschmeidige Eisen gegen das weitere Verbrennen zu schützen, nothwendig ist.

Wie man diesen Zweck auf mehrere Arten erreichen kann, und welcher Vorrichtungen man sich dazu im Großen bedient, soll in den folgenden Paragraphen etwas ausführlicher gezeigt werden. Ich werde mich indeß so kurz als möglich zu fassen und nur das auszuheben suchen, was zur näheren Kenntniß der Natur und Eigenschaften des Eisens führt, und was zur Bestätigung des schon Angeführten oder noch Anzuführenden abzweckt. Weil sich das Roheisen in gewisser Rücksicht und wegen seiner völligen Ungeschmeidigkeit als ein reiches Erz ansehen läßt, so wollen wir zuerst untersuchen, auf wie viel verschiedene Arten es geschmeidig gemacht werden kann, und dann wollen wir die vorzüglichsten Unterschiede sämmtlicher bis jetzt bekannter oder gebräuchlicher Schmelzmethoden, durch welche jener Zweck erreicht werden soll, näher kennen lernen.

§. 88. Versuche über die Reduktion der Eisenerze, oder über ihren Uebergang zu geschmeidigem Eisen.

Zum Beweis des im vorigen Paragraph Angeführten mag eine Beobachtung dienen, welche Herr Hjelm bei einem Hohenofen im Bergrevier von Nova gemacht hat. Zu den gutartigen Erzen, welche in diesem Bergrevier vorkommen, gehört vorzüglich das sogenannte **Asboberger Erz**, ein hellgraues, grobkörniges und ziemlich reichhaltiges blutsteinartiges Eisenerz, welches sich zu einem rothen Pulver reiben läßt und mehren-

rentheils ganz rein, oder doch nur mit sehr weniger Gebirgsart gemengt, vorkommt. Dieses Erz verträgt einen sehr hohen Satz im Hohenofen, ohne daß daraus Nachtheile für den Betrieb entstehen, und ohne daß das Eisen davon hart oder grell wird. In der Meinung, daß sich der Hohenofen durch dieses Erz gar nicht übersetzen lasse, hatte ein unvorsichtiger Arbeiter einmal so viel aufgegeben, daß die Kohlen es nicht schmelzen konnten, sondern daß es in großer Menge halbgeschmolzen vor die Form kam, so daß das Gebläse abgeschützt und der ganze Satz im Ofen durch Krücken aus dem Gestell gekratzt werden mußte. Herr Hjelm erhielt dadurch Gelegenheit, einige von den halbgeschmolzenen Stücken Erz genauer zu untersuchen, und hatte auch die Gefälligkeit, mir zu gleichem Zweck eine Probe mitzutheilen. Die Erze, welche zur Größe einer Wallnuß gepocht worden waren, hatten sich äußerlich mit einer dünnen Haut von theils zähem, theils stahlartigem Eisen überzogen, welches sich kalt biegen und schmieden ließ; inwendig lagen aber die Erze noch wie ein Kern in der Schaale, in körniger Gestalt, völlig umgeschmolzen und bloß stark blau gebrannt.

Aus dieser Beobachtung scheint mir deutlich und unwidersprechlich hervorzugehen, daß das Eisen in dem ersten Grade der Schmelzhitze aus den Erzen, worin es sich im mineralisirten Zustand befinder, als ein geschmeidiges Metall reducirt wird, oder daß es zuerst als gefrischtes Eisen erscheint; worauf es in einer stärkeren Hitze und durch die Aufnahme von mehrerem Phlogiston zum zweitenmal in Schmelzung geräth, und dann in flüssiger Gestalt als Roheisen zum Vorschein kommt, bei welcher zweiten Schmelzung fast alles Eisen, und selbst das, was sich beim ersten Grade des Frischens etwa in Glühspan oder Schlacke verwandelt hat, in Roheisen übergeht. — Diese Entstehung des geschmeidigen Eisens aus den Erzen und der Uebergang des ersteren in

spröd

sprödes Roheisen, geschieht aber bei einem guten Gange des Hohenofens und in der heftigen Hitze, sobald Kohlen in hinlänglicher Menge vorhanden sind, fast augenblicklich, und läßt sich daher nur in solchen außerordentlichen Fällen, als ich eben angeführt habe, wahrnehmen; auch muß sich diese Umwandlung nach der Verschiedenheit der Erze richten und daher nicht immer auf gleiche Art ausfallen *).

Es folgt hieraus aber doch, daß sich die Erzeugung oder Schmelzung des gefrischten Eisens in kleinen Blaseöfen, oder in den Rennfeuern, auf den Eintritt des ersten Reduktionsgrades gründet, und daß man gar keine gegründete Ursache zu der Vermuthung hat, daß das Roheisen, welches zuerst ein reines, geschmeidiges Metall war, durch das fortgesetzte Schmelzen, oder durch den Uebergang in den flüssigen Zustand, einige unmetallische, erd- oder schlackenartige Theilchen, zu denen das Metall durchaus keine Anziehung äußert, aufgenommen haben sollte, sondern daß es sich bloß mit mehr Phlogiston verbindet, welches die Kohlen in der außerordentlichen Hitze hergeben, und daß es davon eine größere oder geringere Menge aufnimmt, je nachdem die Umstände und die Beschaffenheit des Eisens **) selbst ver-

*) In so fern die Trennung des Eisens von den Erden im Erz nur durch Desoxydation bewirkt werden kann, und jede chemische Wirkung einen gewissen Grad von Flüssigkeit voraussetzt, ist es viel wahrscheinlicher, daß das Eisen zuerst mit Erdbasen und mit Kohlenstoff überladen, also als Roheisen ausgebracht, demnächst aber durch die Wirkung des Luftstroms aus dem Gebläse gefrischt oder geschmeidig gemacht wird. Dies ist auch bei dem Ereigniß, dessen Hr. R. erwähnt, der Fall gewesen. Ein unvollkommener und außerdem sogar gewaltsam unterbrochener Proceß kann übrigens nie zur Erklärung der beim gewöhnlichen Gange der Schmelzarbeit statt findenden Erscheinungen dienen.

**) Was Hr. R. hier der Beschaffenheit des Eisens, oder an anderen Stellen (§. 86, 4) der Beschaffenheit des erdartigen Grundtheils der verschiedenen Eisenarten zuschreibt, kann nur von einer Verbindung des Eisens mit fremden Substanzen gelten, denn das Eisen an sich muß immer dieselben Eigenschaften behalten. Eine verschiedenartige Beschaffenheit dieses Substrats anzunehmen und zu

verschieden sind. Im Frischfeuer muß das Roheisen daher wieder in denselben Zustand versetzt werden, in welchem es sich im ersten Schmelzungsgrade befand, d. h. es muß wieder geschmeidiges Eisen werden und dabei den Abgang erleiden, den man im Hohenofen ersparte.

§. 89. Auf welche Art das Roheisen geschmeidig wird.

Die zehnte Abtheilung dieses Werks ist zu der näheren Auseinandersetzung der Eigenschaften und der verschiedenen Arten des Roheisens bestimmt. Es hat alle Eigenschaften eines Metalles, nur die Geschmeidigkeit fehlt ihm, und die Ursache dieser Sprödigkeit habe ich schon vorhin angegeben. Die Kunst, das Roheisen in Stabeisen zu verwandeln, besteht daher nur darin, die Ursache der Ungeschmeidigkeit wegzubringen; weil es aber solcher Ursachen mehrere giebt, so müssen auch die Gegenmittel verschieden seyn. Wir wollen indeß zuerst nur das so genannte gute Roheisen im Allgemeinen, welches von der Beimischung fremder Metalle und anderer Substanzen erweislich frei ist, und nur den einzigen Fehler der Ungeschmeidigkeit besitzt, zum Gegenstand unserer Untersuchung wählen. In diesem Fall kann die Sprödigkeit nur durch den Mangel, oder durch das Uebermaaß irgend eines Bestandtheils veranlaßt worden seyn. Bei der Vergleichung dessen, was weiter unten vom Roheisen gesagt werden soll, mit den Bemerkungen, die in mehreren Stellen dieses Werkes zerstreut und auch im vorigen Paragraph angegeben worden sind, wird man finden, daß das Roheisen gewiß mehr Brennbares als das geschmeidige Eisen enthält, und daß dieses für sich

zu läugnen, daß sich dasselbe mit anderen Körpern verbindet und erst durch diese Verbindung andere Eigenschaften erhält, hat keinen Sinn, weil es sonst eben so viele verschiedene Metalle geben müßte, als man verschiedene Species von Eisen kennt.

sich allein die Ursache der Ungeschmeidigkeit seyn kann. (§. 86.)

Zur Verminderung oder zur gänzlichen Hebung dieser Ursache der Sprödigkeit ist das Feuer das wirksamste Mittel. Das Roheisen kann daher geschmeidig werden:

1. Durch ein bloßes langsames Glühen.

Ich habe schon oben (§. 57, 9.) gezeigt, daß ein Stück hartes Roheisen, welches nur $\frac{1}{32}$ Zoll dick war, in einem bedeckten Tiegel durch zwölftägiges Glühen im Blechglühofen, aber freilich mit einem Abbrand oder Gewichtsverlust von 26 Procent, in vollkommen geschmeidiges Eisen verwandelt ward. Bei den Hohenöfen kann man häufig die Beobachtung anstellen, daß dünne Roheisenschaalen, welche sich an den Wänden des Obergestelles festsetzen, bloß durch die starke Hitze geschmeidig werden, so daß sich die dünnsten Stellen, welche zugleich der stärksten Hitze ausgesetzt gewesen sind, wie Stabeisen ausrecken lassen. Andere, dickere oder der Hitze nicht so lang ausgesetzt gewesene Stellen, verwandeln sich in einen ziemlich guten und geschmeidigen Stahl, der sich sowohl zu Messerklingen, als auch zu andern Werkzeugen anwenden läßt, und die längs den Seitenwänden des Obergestelles befindlichen Stellen, welche dem Gebläse am wenigsten ausgesetzt waren, bleiben unverändert. Ein sogenanntes Tümpeleisen von Roheisen, welches mehrere Wochen lang über dem Wall- oder Dammstein im Hohenofengestelle gesessen hatte, war durch die darunter fließende Schlacke und durch die starke Hitze zur Hälfte weggeschmolzen. Beim Durchschlagen zeigte sich, daß die inwendige Seite nach dem Gestelle zu, welche am stärksten erhitzt worden war, eine Haut von geschmeidigem und zähem Eisen von $\frac{1}{10}$ Zoll stark angesetzt hatte, auf welches ein noch dickerer Rand folgte, welcher eine weißere und glänzendere Farbe

hatte,

hatte, und nach den damit angestellten Versuchen wirklicher Stahl war. Die auswendige Seite, zu welcher die Luft freien Zutritt gehabt hatte, war unverändert geblieben. Was aber von diesem Tümpeleisen durch die starke Hitze zu kleinen Drusen zusammengeschmolzen war, zeigte sich auch als reiner Stahl, der sich in einer Schmiedeesse durch starkes Glühen und Schweißen ausrecken ließ. Vergleicht man diese Erfahrungen mit den oben (§. 72.) angezeigten Versuchen, so geht daraus deutlich hervor, daß alle die Mittel, durch welche das harte Grabeisen oder der Stahl weich wird, das Roheisen in geschmeidiges Eisen umändern können.

Dieses Frischen durch die bloße Glühhitze erfordert aber ungemein viel Zeit, auch ist damit zugleich ein so großer Abbrand und ein so starker Aufwand von Kohlen oder von anderem Brennmaterial verbunden, und endlich wird dazu eine so unbequeme dünne Form des Roheisens erfordert, daß man von dieser Methode keinen Nutzen erwarten kann.

Wollte man aber starke oder dicke Stücken von Roheisen durch Glühen oder Cementiren geschmeidig machen, so würde das Phlogiston natürlich äußerlich verdunsten, und das Roheisen würde dadurch schon beim ersten Glühen eine Art von Geschmeidigkeit erhalten; allein die Verdampfung muß, weil das Eisen nicht bedeckt ist, so stark vor sich gehen, daß die Oberfläche eine Rinde von Glühspan ansetzt, die in einer länger anhaltenden und stärkeren Hitze immer dicker wird. Unter dieser Decke kann die Verdampfung dann nicht mehr so stark erfolgen, daß das Roheisen so viel Brennbares verliert, als zum Uebergange in den geschmeidigen Zustand erforderlich ist. Es kann sich daher nur eine dünne Schaale von geschmeidigem Eisen bilden, die immer mehr und mehr an Geschmeidigkeit abnimmt, je mehr sie sich dem Mittelpunkt des Roheisenstückes nähert; sie wird dann zuerst stahlartig oder zu Stahl,

wäh-

während der Kern um den Mittelpunkt unverändertes Roheisen bleibt. Verstärkt man die Hitze so sehr, daß das Roheisen in Fluß kommt, so bricht es durch die äußere geschmeidig gewordene Haut und durch die Glühspanrinde durch, indem diese in dem Grade der Hitze nicht mehr schmelzen können, sondern ihre völlige Gestalt behalten, und als ein dünnes Futteral, aus welchem das Roheisen durch eine Oeffnung ausgelaufen ist, zum Vorschein kommen. Hr. v. Reaumur machte einmal diese Erfahrung an einem gegossenen eisernen Thürklopfer, den er aduciren wollte und ganz hohl als ein Futteral, oder als eine dünne Rinde wieder aus dem Ofen nahm. (Man vergleiche §. 77, 11.)

2. Durch Glühen mit zweckmäßigen Zusätzen.

Wie solche Zuschläge in der Hitze wirken, habe ich schon durch die oben mitgetheilten Versuche (§§. 73. 74.) gezeigt. Durch dergleichen Zusätze beim Glühen und Cementiren erreicht man eigentlich nur den Zweck, daß man durch schnellere Wirkung an Zeit erspart, und den Abbrand des Roheisens vermindert, denn die Hitze bleibt doch das eigentliche wirksame Mittel. Es geht aus jenen Versuchen hervor, daß ein $\frac{1}{8}$ Zoll starkes Stück Roheisen, in Knochenasche, Kalk oder Kreide eingesetzt, einer 10 oder 12tägigen gleichförmigen sehr starken Glühhitze im Stahlofen bedurfte, ehe es sich durch und durch in Stahl verwandelte und sich kalt und warm unter dem Hammer schmieden und ausrecken ließ; — daß das weiße, grelle und umgegossene Roheisen am schnellsten und mit dem geringsten Gewichtsverlust geschmeidig ward, und daß sich das graue, gaare Roheisen selten so völlig geschmeidig darstellen ließ, daß nicht in der Mitte des Stückes noch ein roher Kern übrig geblieben wäre. — Ich will gerne zugeben, daß das Roheisen durch dieses Cementiren mit absorbirenden Erden nicht mit größerem Vortheil, als auf dem gewöhnlichen Wege, in Stahl

oder

oder Stabeisen verwandelt werden kann; allein es ist doch nicht zu leugnen, daß man von diesem Verfahren in manchen Fällen einen vortheilhaften Gebrauch machen könnte. Die Verwandlung der Oberfläche des geschmeidigen Eisens in Stahl bei der sogenahnten Einsatz- oder Oberflächenhärtung, gab die erste Veranlassung zum Cementiren des Stahls, und seit der Zeit sind jährlich viele tausend Schiffpfund Eisen auf diese Art verarbeitet worden. Es ist daher auch leicht möglich, daß die Verwandlung des Roheisens in Stahl oder Eisen durch das bloße Cementiren, worauf Herr v. **Reaumur** in seiner Kunst, das Roheisen zu adouciren, zuerst aufmerksam gemacht hat, mit der Zeit vielen Nutzen gewähren wird; denn wenn diese Veränderung auch nur die Oberfläche trifft, so kann man die Waare doch mit der Feile oder mit dem Meißel bearbeiten und ihr ein schöneres Ansehen geben.

Die Hauptsache besteht darin, daß man eine gehörige Auswahl in den Arten des Roheisens trifft, daß man es nur in dünnen Stücken anwendet, daß man einen zweckmäßig eingerichteten Ofen vorrichtet, und daß man das Verfahren beim Cementiren, so wie die Zeit, welche dazu erforderlich ist, sorgfältig ausmittelt. Wenn das Roheisen vollkommen dicht war, so bleibt auch das erhaltene Eisen oder der Stahl im höchsten Grade dicht und von den kleinen Ritzen, Flecken oder Aschenlöchern, welche durch das Schmelzen im Heerde fast unvermeidlich sind und die so viele feinpolirte Arbeiten verderben, völlig befreit. Ich kann indeß nicht unbemerkt lassen, daß man das Roheisen durch das Cementiren zwar in geschmeidigen Stahl verwandeln kann, der sich in einer mittelmäßigen Rothglühhitze, ohne Kantenbrüche zu bekommen, zu feinen Zainen und Grabsticheln ausrecken läßt, daß dieser Stahl aber die Weißglüh- oder die Schweißhitze nicht verträgt, sondern in diesem Grade der Hitze unter dem Hammer eben so, wie eine

eine Sorte des bekannten englischen Gußstahls zerfährt. — Daß sehr wenig Schwefelsäure viel zum Geschmeidigwerden des Roheisens beitragen kann, habe ich schon oben (§. 65.) angeführt, und aus dem im §. 61. mitgetheilten Versuch, über das Verhalten des Roheisens beim Brennen mit Gips, geht das Nähere bei dieser Erscheinung hervor. Die Schwefelsäure im Gips hatte nämlich das im Ueberfluß vorhandene Brennbare ausgetrieben und sich mit dem Eisen verbunden, wodurch die Oberfläche des Eisens, so weit als sich die Wirkung der Säure erstreckte, vollkommen geschmeidig geworden war. (Man vergleiche §§. 73. 78.)

3. Durch bloßes Schmelzen im verschloßnen Feuer.

Das Roheisen läßt sich durch das bloße Schmelzen, ohne weitere Bearbeitung zwar etwas, aber doch nur wenig geschmeidig machen. Man kann es mehreremale im Tiegel umschmelzen und es bleibt fast eben so spröde und ungeschmeidig, als es gewesen ist. In den §§. 76. 77. findet man die deshalb angestellten Versuche aufgeführt. — Wahrscheinlich rührt dies daher, weil das Roheisen beim Niederschmelzen im Tiegel eine im Verhältniß der Masse zu kleine Oberfläche bildet, von welcher das überflüssige Phlogiston nur in geringer Menge verdampfen kann *). Das Eisen muß daher beim Ausgießen zwar schnell erstarren, aber fast noch eben so ungeschmeidig bleiben, als es vorher war. Aus den Versuchen im §. 78. geht indeß doch hervor, daß das Roheisen, wenn man es lange in der Schmelzhitze stehen und sehr langsam bei einem ununterbrochenen Glühfeuer erkalten läßt, etwas von seiner weißen Farbe verliert, grau zu werden anfängt und zäher und weicher wird, so daß es sich mit der Feile bearbeiten läßt; es bleibt aber doch noch immer Roheisen. Will man das Roheisen also auf diese Art in

*) Setzt man statt Phlogiston, Kohlenstoff, und statt verdampfen, verbrennen durch den Zutritt der atmosphärischen Luft, so sind alle Erscheinungen befriedigend erklärt.

in den geschmeidigen Zustand versetzen, so muß man die Oberfläche des Eisens im Vergleich gegen die Quantität möglichst vergrößern, denn je größer die Oberfläche ist, desto schneller und vollkommener wird das Roheisen geschmeidig.

Ich muß bei dieser Gelegenheit eines merkwürdigen Versuches erwähnen, der in dem Hohenofen zu Hyforß in Norberg angestellt worden ist, und der zum Beweise des eben Gesagten dienen kann. Ein Stück Erz von 4 bis 5 Zoll im Durchmesser, welches aus dünnen blutsteinartigen, mit granatartigen Schichten im Quarz abwechselnden Eisenerzstreifen bestand, ward, ohne es zu zerschlagen, bei jenem Hohenofen aufgegeben, konnte aber wegen seiner Größe nicht in Fluß kommen, sondern mußte ungeschmolzen mit der Schlacke wieder aus dem Vorheerd gezogen werden. Der Quarz war fast ganz unverändert, die kleinen Erzstreifen aber fand man leer und ausgeschmolzen. Beim Zerschlagen fand man, daß sich einer von den Eisenerzstreifen in einen kleinen Zain von etwa 1 Zoll lang und 1 Linie stark verwandelt hatte, welcher mit einer reinen grünlichen Glashaut umgeben war und sich kalt zu einem dünnen, weichen und biegsamen Blech, so wie man es nur vom besten und geschmeidigsten Eisen verlangen kann, ausrecken ließ. — Aus diesem Versuch geht deutlich hervor, daß der kleine Zain flüssig und daher ohne Zweifel zuerst reines Roheisen gewesen seyn muß *), welches in der starken Hitze und wegen der Geringfügigkeit seiner Masse im Vergleich gegen die große Oberfläche in wenigen Stunden durch und durch geschmeidig geworden, und durch die reine glasige Schlacke gegen den Zutritt der Luft, folglich auch gegen das Verbrennen, oder gegen die Zerstörung geschützt geblieben war. Dieser Versuch könnte vielleicht zu der Vermuthung Anlaß geben, daß sich das geschmeidige Eisen wirklich schmelzen und gießen läßt; bei genauerer

*) Vergl §. 88. Anm.

nauerer Betrachtung ergiebt sich aber bald, daß es seine Geschmeidigkeit nur auf die angeführte Art, nämlich durch die Wirkung des Feuers, erhalten haben kann. Wenigstens ergiebt sich hieraus aber doch, daß das Roheisen geschmeidig werden kann, ohne den gewöhnlichen Schmelzproceß im Frischfeuer durchzugehen, und daß das Schmieden unter dem Hammer keine wesentliche Bedingung zum Geschmeidigwerden ist, sondern daß man das Eisen dadurch nur in jede beliebige Gestalt bringen und mehrere geschmeidige Stücken Eisen vermittelst einer starken Schweißhitze mit einander verbinden kann.

Bei den Eisenproben im Tiegel kommt es wohl zuweilen vor, daß man kein reines flüssiges Roheisenkorn erhalten kann, sondern daß sich das Eisen in Gestalt kleiner völlig geschmeidiger und biegsamer Aestchen und Zacken in der Schlacke verwebt, so daß das Ganze das Ansehen von Filogrammarbeit erhält; die Ursache liegt gewöhnlich daran, daß man zu viel Kohlenstaub genommen und eine zu schwache Hitze gegeben hat, indem das gefrischte Eisen nicht flüssig genug oder zu Roheisen werden konnte. Einen ähnlichen Erfolg bei den kleinen Proben pflegen gewöhnlich die Erze zu geben, welche die Hohenofenmeister **Frischerde** nennen; sie sind sehr reichhaltig und schwer, werden fast eben so stark als reines Eisen vom Magnet gezogen, nehmen beim Rösten etwas am Gewicht zu und enthalten einen ziemlichen Antheil von Schwefelsäure. Auch im Hohenofen werden sie kaum flüssig, sondern sind sehr geneigt zu frischen und halbgeschmeidige Eisenklumpen im Obergestell des Ofens zu bilden. — Dies bestätiget die Behauptung, daß die Schwefelsäure sowohl beim Cementiren als beim Schmelzen viel zum Geschmeidigwerden des Eisens beiträgt. Einen andern Beweis geben die bekannten Nasen oder die großen schlackenhaltigen Klumpen von gefrischtem Eisen, welche sich beim Schmelzen der eisenflüssigen Kupfererze bilden, bei denen das Eisen zwischen dem

Kohlengestübbe und der Schlacke, in Gestalt von geschmeidigen Zacken und Fletschen eingewachsen zu seyn scheint.

Daß sich das Roheisen indeß in verschloßnen Tiegeln, bei einer starken Schmelzhitze und vermittelst zweckmäßiger Zuschläge, in den geschmeidigen Zustand versetzen läßt, geht aus dem englischen Schmelzproceß (§. 109.) hervor.

4. **Durch bloßes Schmelzen im offnen Feuer.**

Wie das Roheisen durch das bloße Schmelzen im offnen Feuer geschmeidig wird, kann man sehr leicht in einer gewöhnlichen Schmiedeesse bei einem wirksamen Gebläse wahrnehmen. Man schlage den Heerd mit Kohlenstübbe aus, fülle ihn mit Kohlen an, setze so viel Roheisen auf, als man mit den Kohlen schmelzen zu können glaubt, lasse dann das Gebläse an und fahre mit dem Blasen so lange fort, bis alles niedergeschmolzen ist. Läßt man das geschmolzene Roheisen nun sogleich erkalten, so bleibt es noch spröde und ungeschmeidig, bricht man es aber zum zweiten- dritten- vierten- oder fünftenmal auf, und schmelzt es wieder auf dieselbe Art nieder, so findet man schon beim zweiten oder dritten Umschmelzen, nämlich nach der Beschaffenheit des Roheisens früher oder später, daß es trockener schmelzt und eine stärkere Hitze erfordert, bis es sich zuletzt gar nicht mehr als flüssiges Metall schmelzen läßt, sondern breiartig und dick, in Gestalt verworrener zäher Klumpen zum Vorschein kommt und dann eigentlich gefrischtes Eisen ist.— Die Umwandlung des spröden Roheisens in geschmeidiges Stabeisen beruhet vorzüglich auf der Eigenschaft des Eisens: **daß es desto strengflüssiger wird, je mehr es sich dem reinen und geschmeidigen Zustand nähert** Die ganze Kunst bestehet daher darin, durch eine starke Hitze so viel Phlogiston aus dem Eisen abzuscheiden, daß es nicht mehr flüssig bleiben kann, weil es in demselben Grade an Geschmeidigkeit zunimmt, als

sich

sich seine Fähigkeit, flüssig zu seyn, vermindert. Außer der Hitze müssen freilich die Schlacken des Eisens selbst, und die Luft, welche das Gebläse hergiebt, zum Geschmeidigwerden des Eisens mit beitragen, wovon ich weiter unten noch ausführlicher reden werde.

5. **Durch Schmelzen und Durcharbeiten zugleich.**

Hierin besteht das eigentliche Geschäft des Frischers, welches wir jetzt genauer untersuchen und uns mit den verschiedenen Verfahrungsarten dabei näher bekannt machen wollen. Ich habe oben gezeigt, daß das Roheisen durch die bloße Wirkung der Hitze, nämlich durch die Verjagung des überflüssigen Phlogiston geschmeidig werden kann; wir haben aber auch gesehen, daß dieser Proceß sehr langsam von statten geht, wenn das Roheisen in großen Massen eingeschmolzen wird, weil die Hitze nur auf der Oberfläche wirksam seyn kann. Das Roheisen muß daher in kleinen Stücken oder Brocken vertheilt werden, damit die Hitze es gehörig zu durchdringen im Stande ist. Man bewerkstelliget dies:

a. Wenn man das Roheisen granulirt oder zerstößt. Hierauf beruhet die **Osemundschmiede** (§. 97.).

b. Wenn man es in Tropfen niederschmelzt, aus welchen das Feuer das Phlogiston sogleich und unmittelbar austreibt, worauf die **Wallonenschmiede** beruht (§. 99.). Oder

c. wenn man es erst einschmelzt und dann durch das Arbeiten mit der Brechstange in kleine Massen vertheilt, um das Feuer darauf wirken zu lassen, welches bei der **deutschen Schmiede** geschieht (§. 100.). Aus der letzteren sind mehrere Frischprocesse entstanden, durch welche aber immer ein und eben derselbe Zweck erreicht werden soll.

Die Eigenschaft des geschmeidigen Eisens, daß es ohne einen Ueberschuß von Phlogiston in der Schmelzhitze nicht flüssig bleiben kann, verursacht, daß jedes Roheisenkorn, welches sich dem geschmeidigen Zustand

im

im Frischheerde nähert, ungeschmolzen bleiben muß, und daß sich mehrere solche gleichartige Stücken mit Beihülfe des Frischers mit einander verbinden und endlich einen großen Klumpen oder ein Schmelzstück bilden, welches durchgängig mehr oder weniger geschmeidig ist, je nachdem die Beschaffenheit des Eisens verschieden war, oder die Hitze mehr oder weniger darauf gewirkt hat. Diejenigen Brocken, welche die stärkste Hitze erhalten, folglich am mehrsten Phlogiston verloren haben, geben das weichste Eisen; die dem Winde weniger ausgesetzt gewesenen Stücken werden stahlartig, die noch weniger durchgearbeiteten kommen als harter Stahl zum Vorschein, und die am wenigsten durchgewirkten Stücken bleiben noch roheisenartig und spröde. Dies Uebergehen des Roheisens in geschmeidiges Eisen im Heerde nennt man das **Frischen des Roheisens**, welches von der Beschaffenheit des Roheisens, von dem Grad der Hitze und von der Verfahrungsart selbst, oder von der Manipulation abhängig ist, wie wir weiter unten ausführlicher sehen werden. — Weil nun das Roheisen durch diese Behandlungsart einen bedeutenden Gewichtsverlust oder Abbrand erleiden muß, der mit der Beschaffenheit desselben und des erhaltenen Produkts, so wie mit der Stärke des Gebläses und der Wirkung der Kohlen im Verhältniß steht; so besteht die eigentliche Kunst des Frischers darin, daß er das verschiedene Verhalten der verschiedenartigen Roheisensorten im Feuer kennt, daß er darnach den Schmelzraum oder den Heerd einzurichten versteht, um den Luftstrom des Gebläses tiefer oder flacher zu führen, daß er durch gehörige Arbeit allen Theilen der Masse eine gleiche Gaare giebt, daß das Frischen in der möglichst kürzesten Zeit geschieht, daß der Abbrand, so viel es nur immer seyn kann, vermieden wird, und daß die Kohlen die möglichst stärkste Wirkung thun, ohne unnöthig zu verbrennen. Daraus sind nicht allein verschiedene Frischmethoden, sondern auch eine Menge von abweichenden

Zustel-

Zustellungsarten, die vorzüglich auf die Stellung der Form Bezug haben, weil durch diese der Windstrom dirigirt wird, entstanden. Alle diese Einrichtungen sollen aber immer dahin abzwecken, das Eisen mit den geringsten Kosten geschmeidig zu machen.

Man findet in Hrn. **Swedenborgs** großem Werk: de ferro, in dem Dictionnaire des arts, und in mehreren andern Schriften eine Beschreibung von den vorzüglichsten beim Verfrischen des Eisens üblichen Manipulationen; weil diese Behandlung des Eisens aber von einer außerordentlichen Wichtigkeit ist, so kann ich nicht umhin, die bekanntesten Schmelzprocesse in der Kürze durchzugehen und zu zeigen, wie man geschmeidiges Eisen, sowohl beim ersten Schmelzen oder unmittelbar aus den Erzen, als auch aus dem Roheisen darstellen kann. Ich werde dabei nicht sowohl auf die bereits vorhandenen und in andern Werken bekannt gemachten Beschreibungen Rücksicht nehmen, sondern vielmehr meine eigenen Erfahrungen und diejenigen Bemerkungen zum Grunde legen, welche mir mehrere auf Reisen befindlich gewesene Hüttenmänner, vorzüglich die Herren **Quist**, **Stockenström** und **Wadström** über ausländische Hüttenwerke mitgetheilt, oder in ihren Berichten öffentlich bekannt gemacht haben. Der Raum dieses Werkes gestattet es indeß nicht, mehr als einen kurzen Auszug oder nur so viel, als zur Kenntniß der Eigenschaften des Eisens nöthig ist, anzuführen.

§. 90. Vom Luppenfeuer.

Die älteste und einfachste Art, geschmeidiges Eisen zu erzeugen, war wohl die, es ohne weitere Umwege, unmittelbar aus den Erzen beim ersten Schmelzen zu gewinnen. Ohne Zweifel bediente man sich dazu der Sumpf- oder Wiesenerze, die durch eine allgemeine Fluth oder Ueberschwemmung entstanden sind, und sich schichtenweise auf der Oberfläche der Erde gelagert haben, so

so daß man sie ohne Bergbau, der in den älteren Zeiten wohl nicht statt gefunden haben mag, gewinnen konnte.— Diese Erze (in Daland Oerke genannt), welche eigentlich nur aus einem erdartigen Ocker oder Eisenrost bestehen, besitzen die Eigenschaft, daß sie schon in einer mittelmäßig starken Schmelzhitze so viel Brennbares aus den Kohlen anziehen können, als zur Metallisirung oder zum Geschmeidigwerden erforderlich ist (§. 88.). Daher bestand die älteste Schmelmethode wohl darin, daß man die Erze in kleinen Gruben, die auf trocknen Erdhügeln angelegt, und durch aufgesetzte oder aufgemauerte Steine erhöhet wurden (wodurch sie die Gestalt eines Heerdes oder eines kleinen Ofens erhielten), auf Kohlenfeuer, welches durch Balgen angefacht ward, niederschmolz.

Dieser Schmelzproceß war in Schweden schon im zweiten Jahrhundert christlicher Zeitrechnung und noch früher in Deutschland bekannt, woselbst er noch bis zu diesem Augenblick unter dem Namen von **Luppenfeuern** auf adlichen Gütern, die mit vieler Waldung versehen sind, und auf denen die Unterthanen, welche eine Kenntniß von dieser Schmelzmethode besitzen, die Arbeit verrichten müssen, gebräuchlich ist. Die besser eingerichteten Luppenfeuer-Oefen sind 5 bis 5½ Fuß hoch, inwendig rund und haben ein ovales Gestelle oder einen ovalen Heerd, der ungefähr 18 Zoll lang und 14 bis 15 Zoll breit und mit einem Gemenge von Sand, Thon und Kohlenstaub, oder mit sogenanntem schweren Gestübbe, ausgeschlagen ist. In einem solchen Heerd befinden sich zwei Oefnungen, die eine, welche für die Form bestimmt ist, und die andere, welche zum Ablassen der Schlacke dient. Die Weite des Ofens beträgt etwa zwei Fuß im Durchmesser. Der ganze Schmelzproceß ist kurz folgender:

Man bringt zuerst einige brennende Kohlen in den kleinen Ofen, füllt ihn dann ganz und gar mit Kohlen an, giebt das Erz auf und bringt das Gebläse, welches

aus zwei einfachen ledernen Balgen besteht, in Gang. Wenn das Erz mit den Kohlen ungefähr einen Fuß tief niedergegangen ist, setzt der Schmelzer von neuem wieder Kohlen und Erz auf, und fährt damit so lange fort, bis er findet, daß sich kleine Frischstücken im Heerd ansetzen. Geschieht dies, so hört er mit dem Aufgeben auf und fängt an im Heerde zu arbeiten, indem er das gefrischte Eisen mit einer Brechstange zu einer Luppe oder zu einem Schmelzstück zusammen zu bringen bemüht ist und die schwarze, schwere und eisenhaltige Schlacke ablöst. Alsdann bricht er die Luppe aus, welche zwar geschmeidig genug ist, daß man sie so wie unser Osemundeisen zusammenschlagen und zerhauen kann, allein doch noch so viel rohes Eisen enthält, daß man sie im Frischfeuer noch einmal durcharbeiten muß.

§. 91. Versuch eines Luppenschmelzens in Schweden.

Ich muß bei dieser Gelegenheit eines Versuchs erwähnen, Frischeisen unmittelbar durch Schmelzen der Erze zu erhalten, welches hier in Schweden im Jahr 1778 in einem solchen Luppenfeuer, oder in einem kleinen Ofen auf den Hüttenwerken des Herrn Kok, durch den Herrn Garnej angestellt worden ist. Die Veranlassung zu diesem Versuch gab ein reichhaltiges und in großer Menge in der Klapperudsgrube in Daland vorkommendes Eisenerz, woraus man beim Verschmelzen im Hohenofen ein ganz eigenes, weißes und strahliges Roheisen erhielt, welches beim Verfrischen in den gewöhnlichen Frischheerden durchaus kein gutes und weiches Eisen geben wollte, sondern größtentheils stahlartig blieb, und einen so rohen Gang im Feuer hatte, daß der Frischer nur mit einem bedeutenden Verlust ein etwas zusammenhängendes Frischstück daraus machen konnte. Herr Garnej gerieth daher auf die Vermuthung, daß diese Erze leichter ein weiches Eisen geben würden, wenn man sie in klei-

kleinen Blaseöfen zu schmelzen, oder daraus nach der ältesten und einfachsten Methode gleich beim ersten Schmelzen geschmeidiges Eisen zubereiten versuchte, welches um so wünschenswerther war, als das gute Eisen mehr gesucht wird, als Stahl.

Herr Garnej richtete daher einen kleinen runden Schmelzofen vor, dessen Heerd oder Schmelzraum 18 Zoll und dessen Schacht 2 Fuß 4 Zoll im Durchmesser hatte. Die zu diesem Versuch angewendeten Erze waren 1) schuppiger Blutstein mit eingesprengtem Braunstein, 2) erdartiges oder ockriges Wiesenerz, 3) dichter Blutstein, der ungefähr zur Hälfte aus eingesprengtem Braunstein und Gebirgsarten von Quarz, Feld- Kalk- und Flußspath bestand, folglich nicht so eisenhaltig war, sich aber beim Schmelzen fast eben so als das zuerst genannte Erz verhielt. Die braunsteinartigen Bergerze 1 und 3 wurden zuerst, wie gewöhnlich, in einer Grube, aber bei einer sehr gelinden Hitze geröstet, weil sich vorzüglich das Erz 3 sehr bald verschlackte. Die Wiesenerze 2 wurden mit Holz im offnen Feuer außerhalb der Grube geröstet, alle Erze alsdann ganz fein gepocht, der kleine Ofen mit leichten Fichtenkohlen (wozu nur ungefähr eine Tonne *) nöthig war) gefüllt, und nachdem diese in Gluth gekommen waren, das Gebläse angelassen. Das Erz ward nun gichtenweise so lange aufgegeben, bis die Kohlen niedergeblasen waren, welches in einer Zeit von $1\frac{1}{2}$ Stunden erfolgte. Das Eisen hatte sich zu einer kleinen Luppe oder zu einem Schmelzstück gebildet, welche ausgebrochen und der Ofen alsdann von der beim Frischen zurückgebliebenen Schlacke gereiniget, wieder mit Kohlen gefüllt und von Neuem angeblasen rc. ward, so daß man von einem Schmelzen zum andern ungefähr drei Stunden Zeit nöthig hatte

Bei

*) Eine schwedische Tonne hält 7386 franz. Cubikzolle oder gerade $2\frac{1}{2}$ Berliner Scheffel. 32 schwedische Metzen (Kappar) machen eine Tonne aus.

Bei jedem Schmelzen ließen sich 3 Liespfund *) von den Wiesenerzen 2 durchsetzen, welche eine Luppe von 18 bis 21 Pfund gefrischtes Eisen gaben. Aus den Bergerzen 1, von denen 4 Liespfund durchgestochen wurden, erfolgte ebenfalls eine 18 bis 21 Pfund schwere Luppe, aber aus 4 Liespfund von den Bergerzen 3 wurden nicht mehr als 10 bis 12 Pfund gefrischtes Eisen ausgebracht. Bei einer reichlichen Tonne Kohlen ist daher aus den Erzen, durch das unmittelbare Verschmelzen derselben, im Durchschnitt ein Liespfund oder 25 Procent geschmeidiges Eisen ausgebracht worden, und mit 3 Arbeitern konnten in 24 Stunden acht Schmelzungen gemacht, oder 160 Pfund geschmeidiges Eisen angefertiget werden, welches indeß bei der weitern Verarbeitung im Frischfeuer und beim Ausschmieden noch wohl einen bedeutenden Gewichtsverlust erleiden wird.

Aus den Wiesenerzen 2 erfolgte ein sehr starkes und zähes Eisen, aber die braunsteinhaltigen Bergerze 1 und 3 gaben einen unverkennbaren Stahl, der sich sowohl gegerbt als ungegerbt zu schneidenden Werkzeugen recht gut anwenden ließ. Es ist wirklich merkwürdig, daß Herr Garnej bei mehreren Versuchen aus diesen Erzen nichts als Stahl erhalten konnte, obgleich er einigemale weicher ausfiel, in welchen Fällen er aber einen größeren Abbrand oder ein minder reiches Ausbringen aus den Erzen erhielt. Die reinen Frischschlacken von den Wiesenerzen geben nach dem Umschmelzen auch Stahl; aus 4 Metzen **) Schlacke, die bei einer Tonne Kohlen durchgesetzt wurden, erfolgte aber nur eine Luppe von 8 Pfunden. — Auch in den nach Biscayischer Art eingerichteten Rennfeuerheerden gaben diese Erze bloß Stahl, wobei

*) Ein Schiffpfund Victualiengewicht hat 20 Liespfund, ein Liespfund 20 Pfund, ein Pfund 32 Loth u. s. f. Das schwedische Pfund (Skalpund) verhält sich zum Cöllnischen oder Leipziger, wie 0,91151 zu 1,09700.

**) $\frac{7}{20}$ oder nicht völlig $\frac{1}{3}$ Berliner Scheffel.

wobei der Kohlenverbrauch aber noch größer, folglich dieser Proceß am wenigsten vortheilhaft war.

Diese Versuche bestätigen die früher angeführten Behauptungen, daß es gar nicht nöthig, sondern oft sogar nachtheilig ist, wenn man, um geschmeidiges Eisen darzustellen, die Erze zuerst auf Roheisen verschmelzt*), und daß es Erze giebt, die mehr geneigt sind, Stahl als Eisen zu geben u. s. f. Das Ausbringen aus den Erzen und der Zeitaufwand scheinen freilich sehr unvortheilhaft und mit vielen Kosten verknüpft zu seyn, allein der Schmelzproceß würde sich ohne Zweifel durch eine größere Vorrichtung und durch ein stärkeres Gebläse ungemein verbessern lassen. — Herr **Kok**, auf dessen Kosten jene Versuche angestellt worden sind, benachrichtigte mich in der Folge, daß er auf meinen Rath einen sogenannten **Doppel-Blaseofen** (dubbel Blasteragn) vorgerichtet habe, der in gewisser Rücksicht mit den in Daland üblichen Doppelöfen (dubbla Källingar) (§. 95.) Aehnlichkeit hat. In diesem Ofen sollen in 24 Stunden sechs Schmelzen, ein jedes mit 6 Tonnen Kohlen, gemacht werden können, und jedes Schmelzen dauert nur 2½ Stunden. Aus den braunsteinhaltigen Bergerzen werden in diesem Ofen 33 bis 40 Procent und aus Wiesenerzen 30 bis 35 Procent gefrischtes Eisen, welches bald Eisen bald Stahl ist, ausgebracht, und das Eisen so wohl als der Stahl sollen von vorzüglicher Güte seyn. — Vorzüglich hat man aber, auf den Grund meines schon vor vielen Jahren gemachten Vorschlages, die beim Verfrischen des Roheisens fallende Frischschlacke in diesem Ofen durchzuschmelzen und zu Gute zu machen versucht, und durch die Mitwirkung des Herrn **Engselius** so

*) Das ist nach den jetzigen Verbesserungen, die der Hohenofenproceß erhalten hat, geradezu zu läugnen, indem die fehlerhafte Beschaffenheit des Eisens durch das Verschmelzen der Erze im Hohenofen und durch das Verfrischen des erhaltenen Roheisens viel vollkommener als durch das Verarbeiten der Erze in den Rennheerden oder Luppenfeuern gehoben werden kann.

so gute Resultate erhalten, daß man alle Tage 144 bis 150 Liespfund reine Gaarschlacke *) einschmelzt, und daraus 42 bis 48 Liespfund reines gefrischtes Eisen erhält, welches man geradezu theils zu gutem Eisen, theils zu Stahl ausschmieden kann, wodurch dasjenige, was ich im §. 67. angeführt habe, auffallend bestätiget wird.

§. 92. Von der deutschen Rennschmiede.

Die **Rennschmiede** oder **Zerrennfeuerarbeit** bezweckt ebenfalls die Erzeugung des geschmeidigen Eisens aus den Eisenerzen, durch ein unmittelbares Verschmelzen derselben, ohne weitere Umwege, indem man sich dazu blos gehörig eingerichteter Heerde, aber keiner Oefen oder eines Gemäuers um den Heerd bedient. — Wie man auf diese Weise zu Uslar geschmeidiges Eisen aus Frischschlacken producirt, habe ich oben (§. 67.) gezeigt und auch im vorigen Paragraph angeführt, welche Anwendung man davon kürzlich in Schweden gemacht hat. Solche Rennfeuer waren vor Zeiten in Sachsen sehr gebräuchlich, um Eisen aus Blutsteinerzen auszubringen. Nach Hrn. **Stockenström** sind sie aber, weil man sie nicht vortheilhaft gefunden hat, durch die Hohenöfen ganz verdrängt worden, und im Jahr 1778 fand der eben genannte Reisende nur noch ein einziges Rennfeuer in dem Dorfe Steinbach im Sachsen-Meinungischen im Betriebe. Die Zustellung des Heerdes kommt mit der von Uslar fast ganz überein.

Wenn die Arbeit ihren Anfang nehmen soll, füllt man den Heerd mit kleinen aus Aesten geschwälten Kohlen an, und thürmt sie nach der Formseite, ohne sie zusammenfallen zu lassen, jedoch so, daß sie oben eine glatte Fläche

*) Im Original steht Färskslagg und Hammerslagg. Es ist daher zu vermuthen, daß nicht allein die abgelassene Gaarschlacke, sondern auch das im Heerde nach dem Ausbrechen des Deuls zurückbleibende verkalkte und zum Theil verschlackte Eisen, zum Schlackenschmelzen oder zum Zerrennen angewendet wird, und dann ist das Ausbringen von 30 Procent nicht zu groß.

Fläche bilden, möglichst hoch auf. Die gewöhnliche Beschickung besteht dort aus drei Theilen armen, leichtflüssigen, mürben und ockerartigen Blutsteinerz, aus einem Theil von der sogenannten Stockschlacke, welche mit dem Glühspan oder Hammerschlag beim Hammerstock aufgesammelt wird, und aus einem halben Theil gewöhnlicher aus den Frischheerden abgelassener Frischschlacke. Man läßt das Gebläse zuerst langsam wechseln und wenn sich die Kohlen entzündet haben, bringt man von jener Beschickung zuerst eine Schaufel voll in die Ecke des Form- und Aschenzackens, und wenn dies Erz in Gluth gekommen ist, eine zweite Schaufel voll zwischen der Vorwand und dem Formzacken. Während dies letzte Erz rothglühend wird, ist das erste schon geschmolzen, weshalb man von neuem eine Schaufel voll von der Beschickung aufgiebt. Auf diese Art fährt man mit dem Aufgeben an diesen beiden Stellen des Heerdes wechselsweise ungefähr vier Stunden lang bei einem ziemlich starken Gebläse fort, und sucht dabei immer eine helle Form zu erhalten. Die Schlacke wird nach Umständen abgelassen und der Schmelzer muß das Eisen, welches sich an den Wänden festsetzt, so oft als möglich mit der Brechstange abstoßen, vor den Wind bringen und zusammen arbeiten, aber mit Kohlen gleichförmig bedeckt halten. Findet er, daß sich das geschmolzene Eisen zu einem Schmelzstück vereiniget hat, so schützt er das Gebläse ab, bringt die Kohlen bei Seite, bricht die Luppe, die sich an den Seiten festzusetzen pflegt, los, nimmt sie aus dem Heerd und reiniget sie von den anhängenden Schlacken. Zu einer solchen Luppe von ½ bis 2 Centner werden 4 Stunden erfordert, so daß in 24 Stunden vier, oder in 6 Arbeitstagen wöchentlich 21 Schmelzen gemacht werden, wozu 2 Schmelzer nöthig sind. Diese Luppen sollen indeß noch nicht gehörig durchgearbeitet, sondern noch roh seyn, und werden daher von den Blechschmieden eben so wie unser gewöhnliches

Ose-

Osemund-Eisen noch einmal umgeschmolzen und dann erst zu Blechen verarbeitet *).

Ehe Herr v. Stockenström die deutsche Rennfeuerarbeit zu sehen Gelegenheit hatte, stellte er einen Versuch an, aus den Smäländischen Sumpf- und Wiesenerzen unmittelbar durch das erste Schmelzen derselben geschmeidiges Eisen zu erhalten. Er richtete hierzu einen gewöhnlichen Frischheerd vor, den er mit feuchtem Gestübbe ausschlagen und dem Heerd eine ovale sphärische Gestalt geben ließ. Der Heerd ward erst abgewärmt, mit Kohlen gefüllt und dann das fein gepochte Erz aufgegeben. Das Erz schmolz zwar bei einem mäßigen Gebläse vollkommen nieder, bis der Heerd voll war; weil sich die Schlacke aber, aller Mühe ungeachtet, nicht zum Fließen bringen lassen wollte, so mußte man nach zwei Stunden mit dem Blasen aufhören, und den zusammengelaufenen Klumpen ausbrechen. Obgleich dieser Versuch nicht völlig gelungen war, so zeigten sich doch beim Zerschlagen des Klumpens mehrere Stücken von gefrischtem Eisen, die unter dem Hammer ganz zähe waren, und welche die Möglichkeit zu erkennen gaben, aus

*) Im Jahr 1780 befanden sich in Schlesien noch 17 und 1790 noch 10 Luppenfeuer, wovon 8 in Niederschlesien und 2 in Oberschlesien betrieben wurden. Die beiden letzten gingen, bei den Fortschritten des Eisenhüttenwesens in Oberschlesien, im Jahr 1798 ein; in Niederschlesien haben sich aber bis heute noch vier Luppenfeuer, welche Wiesenerze verarbeiten, zu Greulich, Alt-Oels, Modlau und Nieder-Leschen, (zwischen den Städten Bunzlau und Sprottau) in Betrieb erhalten. Außer diesen und den Oberpfälzischen Zerrennheerden, in denen noch jetzt der zu Amberg gewonnene Braun-Eisenstein zerrennt wird, sind mir keine Luppenfeuer mehr in Deutschland bekannt. In der Oberpfalz werden die Zerrennfeuer immer mehr und mehr durch die Hohenöfen verdrängt. Die im Zerrennheerde erzeugte Luppe nennt man dort Zerrennstück, Zerrenneisen oder schlechtweg Eisen. Dieses Eisen ist halbgaar und wird in in einem besonderen Löschfeuer zu geschmeidigem Eisen umgearbeitet, wobei es noch einen Abgang von fast 33 Procent erleidet. Wer über diese unhaushälterische Hüttenwirthschaft nähere Auskunft haben will, den verweise ich auf die Abhandlung des Hn. v. Voith im Neuen Bergmänn. Journ. B. II. S. 357 — 381.

aus diesen Erzen, die auf Roheisen benutzt ein kaltbrüchiges Eisen geben, ein vollkommen geschmeidiges Eisen darzustellen, wenn man die rechte Zustellung und Manipulation im Heerde nur ausgemittelt hätte *). — Der Versuch ward noch einmal mit einem Zuschlag von Kalk wiederholt, um dadurch ein flüssigeres Schmelzen zu bewirken, allein der Gang blieb eben so trocken und der Ausfall des Versuchs eben so unbefriedigend als das erstemal. Das Größte von den erhaltenen Frischstücken ward in einer Schmiedeesse ausgeschweißt und ausgereckt, und gab dann ein sehniges stahlartiges Eisen. Die Versuche wurden mit andern ärmeren, aber eben so kaltbrüchigen Wiesenerzen wiederholt, allein die Schmelzung blieb ebenfalls trocken, obgleich man aus den zusammengeschmolzenen Erzen und Schlacken kleine Frischstücken auslesen konnte, die völlig geschmeidig waren.

Zu einem solchen Schmelzproceß scheinen daher Blaseöfen, wie sie im vorigen Paragraph angeführt sind, angewendet werden zu müssen. Sumpferze sind dazu auch wahrscheinlich anwendbarer als Wiesenerze. Herr v. **Stockenström** bemerkt, daß weil die Wiesenerze durch diese Behandlung zähes Eisen geben, es wohl der Mühe werth wäre einen Versuch anzustellen, ob man sich derselben zur Verbesserung des Eisens nicht statt der Schlacke in den Frischfeuern bedienen könne **).

§. 93.

*) Aus mißrathenen Versuchen sollte man nie allgemeine Schlüsse ziehen. Es ist übrigens ganz unbezweifelt, daß man aus Erzen, die im Hohenofen ein schlechtes Roheisen und durch das Verfrischen desselben im Frischheerde ein schlechtes Stabeisen geben, durch die Zerrennfeuerarbeit kein untadelhaftes Stabeisen erhalten kann, wenn auch einzelne gaare Brocken zufällig sehr rein und zähe ausfallen.

**) Diesem, der Güte des zu producirenden Stabeisens offenbar sehr nachtheiligen Vorschlag, würde Hr. R. nicht seine Beistimmung gegeben haben, wenn er dabei nicht von dem eben gerügten falschen Satz ausgegangen wäre.

§. 93. Von der Korsikanischen Rennschmiede.

Eine ähnliche Rennfeuerarbeit *) soll auch auf Korsika üblich seyn, und mit den in Katalonien, Navarra und den Pyrenäenländern gebräuchlichen Methoden, bis auf kleine Veränderungen, die in der Gewohnheit der Arbeiter, in der Natur der Erze und in mehreren Nebenumständen ihren Grund haben, übereinstimmen **). Die Korsikanische Rennfeuerarbeit hat Hr. du Coudray umständlich und gründlich in seinem Memoire sur la manière, dont on extrait en Corse le fer de la mine d'Elbe 1775 ***) beschrieben.

Der ganze Proceß besteht, wie ich schon angeführt habe, darin, daß man beim ersten Schmelzen aus den Erzen geschmeidiges Eisen erhält, welches nicht (wie dies bei der großen Hitze der Hohendöfen der Fall ist) in einen flüssigen Zustand geräth, sondern im Heerde bei dem schwachen Gebläse nur so viel Phlogiston aufnimmt, daß es geschmeidig wird und sich gewissermaßen von der Schlacke absaigert. Die Erze kommen von der Insel Elba; sie sind mehrentheils derb, ohne alle Bergart, sehr reichhaltig, indem sie 50 bis 60 Procent ausgeben, haben eine hellgraue Eisenfarbe und kommen häufig wie das Erz von Grangerde, welches dem von der Insel Elba sehr ähnlich ist, in Gestalt von vielkantigen groben Körnern

*) Die vormalige deutsche und die jetzige schwedische und norwegische Luppenfeuerarbeit unterscheidet sich dadurch, daß das Erz schaufelweise nach und nach in den Heerd gebracht wird, wesentlich von den Korsikanischen oder Katalonischen und von den Piemontesischen oder Französischen Luppen- oder Rennfeuern.

**) In den Pyrenäenländern pflegt man die kleinsten Feuer Katalonische, die mittleren Navarrische und die größten Biscayische Feuer zu nennen.

***) Uebersetzt von Wille. Leipzig 1786. — Ausführlicher noch ist das Werk des Hn. v. Peyrouse, welches von dem verstorbenen Staatsrath und Ritter Karsten übersetzt, zu Halle 1789 unter dem Titel: Abhandlung über die Eisenbergwerke und Eisenhütten in der Grafschaft Foix, herausgekommen ist. — Das kürzlich erschienene Werk des Hn. Muthuon: Traité des Forges dites Catalanes, ou l'Art d'extraire directement, et par une seule operation, le fer de ses Mines, gewährt keine neuen Ansichten.

nern vor; auch sind sie mehr zum Roth- als zum Kaltbruch geneigt und enthalten sichtbaren Schwefelkies.

Die Vorrichtungen bestehen bloß in einer Schmiede mit einem Heerde, der äußerlich einem gewöhnlichen Frischheerd gleicht, und einem leichten Stabhammer von 12 bis 15 Liespfund *). Das Gebläse ist eine sogenannte Wassertrommel (Wattu-blästern), durch welche der Luftstrom ohne Balgen, vermittelst eines hohen Wasserfalles in einer einzigen Röhre, dergleichen man an mehreren Orten findet, hervorgebracht wird **). Die Arbeit wird durch vier Arbeiter verrichtet, welche den ganzen Proceß, der kurz folgender ist, besorgen: Die größeren Erzstücken werden zuerst gelinde geröstet, um sie bis zur Größe einer Haselnuß mit dem Heerdhammer zerschlagen oder pochen zu können, welches eine sehr leichte Arbeit ist, und wobei die Bergarten, der Quarz u. s. f. zugleich ausgehalten werden. Es werden jedesmal 7 bis 8 Centner Erz, nämlich so viel als in 24 Stunden durchgesetzt werden, gepocht, woraus man, wenn alles gut geht, 50 Procent also die Hälfte Eisen erhält. Alsdann werden die Erze im Heerde weiter bearbeitet, und dieser Proceß ist mehr ein Schmelzen als ein Rösten zu nennen. Der Heerd besteht bloß aus einer mit Gestübbe ausgeschlagenen halbkreisförmigen Grube. Der Mittelpunkt dieses Halbkreises ist die Form und der Halbmesser desselben hat eine Länge von ungefähr 15 Zoll. Die Grube ist 6 bis 7 Zoll tief, sie hat einen flachen platten Boden und geneigte Seitenwände. Wenn das Schmelzen anfangen soll, legt man eine Schicht von 5 bis 6 Zoll langen Stücken Holzkohlen in Gestalt eines Halbkreises rings um die Form; neben und zwar unmittelbar hinter dieser Schicht kommt eine mehrere Zoll breite Schicht von dem schon gerösteten und gepochten Erz, und dann folgt eine ungefähr 4 Zoll starke Schicht von

*) 2 bis 2½ Centner.

**) v. Peyrouse a. a. O. S. 91—107.

von Kohlenlösche, welche durch eine äußere Mauer von größern ungerösteten Stücken Erz, die bei dieser Gelegenheit zum erstenmal geröstet werden sollen und deren Zwischenräume statt eines Mörtels mit alter Kohlenlösche ausgefüllt sind, eingefaßt wird, um der Schicht von Kohlenlösche Haltbarkeit und Festigkeit zu verschaffen. Auf diese Art werden nun mehrere solche horizontale, neben einander liegende Schichten von Kohlen, zunächst bei der Form, dann von gepochtem Erz, von Kohlenlösche und außerhalb von rohen Eisenerzen senkrecht über einander aufgeführt, so daß das ganze Gemäuer das Ansehen eines kleinen Ofens erhält, der ungefähr 3 Fuß hoch, und in der Gegend des Formzackens noch höher wird. Die Form bleibt daher frei und ist gegen die Querschnitte der Kohlen der inneren Kohlenmauer gerichtet, wobei ich noch bemerke, daß die Kohlen dort aus Kastanienholz geschwählt werden.

In diesen halbeliptischen Ofen, dessen schmaler Schacht von der eben gedachten innern Kohlenmauer gebildet wird, werden sodann einige glühende Kohlen gebracht und auf diese kleine Kohlen aufgeschüttet, mit denen der Schacht angefüllt wird, worauf man das Gebläse anläßt. So wie die Kohlen zu verbrennen anfangen, stößt man sie mit einer hölzernen Stange unter fortwährendem Umrühren nieder und füllt frische Kohlen ein, wobei man sich aber vorsehen muß, daß man die innere Kohlenmauer nicht beschädiget, indem diese nicht allein die Schachtmauer des Ofens bilden, sondern auch die hinter ihr liegende Erzschicht erhitzen und die Form hell und von Schlacken frei erhalten muß. Nach einem stalbstündigen Blasen ist das zunächst hinter der innern Kohlenmauer liegende gepochte Erz so zusammen gesintert, daß es wie eine Mauer von selbst steht. Der Arbeiter nimmt alsdann eine eiserne Krücke in Gestalt eines Winkels, mit einem hölzernen Handgriff, um die Kohlen, so bald sie verbrennen, niederzustoßen und frische

Kohlen aufzugeben, ohne jedoch die Kohlenmauer zu verletzen. Nach einem 3 oder 4stündigen Blasen wird zuerst die äußere Mauer von groben Erzstücken, welche jetzt die erste Röstung erhalten haben und mürbe gebrannt worden sind, weggenommen, alsdann zieht man die innere halbgebrannte Kohlenmauer weg und breitet das zu einem Klumpen geschmolzene Erz, welches theils aus rohen Eisentheilen, theils aus Schlacke besteht, auf der Hüttensohle aus, und löscht alles mit Wasser ab.

Nach diesem Schmelzen schreitet man zum Raffiniren des ausgeschmolzenen Eisens oder der sogenannten gebrannten Erze, und zur Anfertigung des Schmelzstückes. Zu diesem Ende wird der Heerd gereiniget und mit Kohlen gefüllt, alsdann läßt man das Gebläse an, und setzt einige Stücken von dem gebrannten zusammengesinterten Erz über der Form auf die Kohlen und läßt sie langsam niedergehen. Dieser Proceß ist fast derselbe als der, welcher beim Einschmelzen des Osemundeisens in unsern Blechfeuern, oder beim Gaareingehen in den gewöhnlichen deutschen Frischheerden statt findet, wobei nämlich die Schlacke ganz flüssig wird und die darin befindlichen zähen Eisenbrocken sich zusammen schweißen und am Boden des Heerdes festsetzen, ohne selbst flüssig zu werden. — Auf diese Art werden nach und nach viele Stücken von dem gebrannten Erz aufgegeben, und wenn ungefähr der vierte Theil davon in einer Zeit von 3 bis 4 Stunden zu einer Luppe oder zu einem Schmelzstück, welches man dort masselot oder masselet nennt, eingegangen ist, wird die Schlacke durch das am Boden des Heerdes befindliche Schlackenloch abgelassen, die Luppe ausgebrochen, mit hölzernen Schlägeln von der anhängenden Schlacke befreit und unter dem Hammer zu einem Schmelzstück gebildet, welches alsdann mit höchstens drei Hitzen zu Stäben ausgereckt wird. Während dieser Zeit wird der Heerd wieder zu einer neuen Schmelzung oder zur Darstellung eines neuen Massello mit dem

dem Rest des gebrannten oder geschmolzenen Erzes vorgerichtet und damit so lange fortgefahren, bis noch etwas davon übrig ist, worauf das Rohschmelzen der Erze (oder das sogenannte zweite Rösten) wieder eben so wie das erstemal vorgenommen wird.

Ohne Zweifel ist dieser Schmelzproceß ebenfalls einer der ältesten und einfachsten, um auf dem geraden Wege geschmeidiges Eisen aus den Erzen zu erhalten. Herr du Coudray behauptet, daß dabei halb so viel Kohlen, als auf dem gewöhnlichen Wege, wenn man das Stabeisen aus Roheisen bereitet, verbrannt würden, und daß das Eisen, welches in den Korsikanischen oder Kastilianischen Rennfeuern producirt wird, viel besser sey und theurer bezahlt würde, als das Eisen, welches in der Gegend von Toskana ebenfalls aus Erzen von der Insel Elba, aber durch einen Umweg, nämlich durch die Roheisenerzeugung im Hohenofen und durch das Verfrischen des Roheisens auf dem gewöhnlichen Wege gewonnen wird. Auch behauptet er, daß dieses Eisen stärker und besser als das gewöhnliche spanische Eisen sey *).

Die Kohlen sind, wie bereits erwähnt worden, aus Kastanienholz geschwählt; merkwürdig ist es aber, daß die so genannten todten Kohlen (aus der innern Kohlenmauer) die schon einmal zu einem Schmelzen gedient haben, viel bessere **) Wirkung thun sollen, als die frischen Koh-

*) Daß das Eisen bei diesem unvollkommenen Proceß sehr ungleich, bald weich, bald hart und stahlartig ausfällt, daß das Ausbringen aus den Erzen sehr geringe und daß der Zeitaufwand ungemein groß ist (indem in 24 Stunden 7 bis 8 Centner Erz gebraten und raffinirt werden, woraus man, wenn alles recht gut geht, nur 3½ bis 4 Centner Eisen erhält) leuchtet von selbst ein. Es kommt daher nur noch auf eine Vergleichung des Kohlenaufwandes an, welche aber ebenfalls zum Vortheil des Hohenofenprocesses ausfällt. Der einzige Vorzug der Rennfeuer würde sich daher auf die Unbeträchtlichkeit des Anlagekapitals beschränken.

**) Eigentlich sind diese Kohlen schlechter und zu metallurgischen Arbeiten fast ganz unbrauchbar, zu dem vorliegenden Zweck aber deshalb besser, weil sie durch das Begießen mit Wasser und wahrschein-

Kohlen, weil die letzteren eine zu starke Hitze und dadurch Veranlassung geben, daß das Eisen oder das Erz mit den Bergarten zugleich in Schmelzung übergeht, statt daß es bei dieser Schmelzmethode hauptsächlich darauf ankommt, nur einen solchen Grad von Hitze hervorzubringen, daß die Bergarten eine glasige Schlacke bilden und daß sich das Eisen daraus in geschmeidiger Gestalt gleichsam aussaigert, ohne flüssig zu werden. Unsere Schwedischen Tannen- und Fichten-Kohlen würden eben die Dienste thun, als die todten Kastanien-Kohlen.

Ein Vortheil, der bei diesen Kastilianischen Rennfeuern in Betrachtung kommen muß, ist der, daß die Anlage nicht den zehnten Theil der Kosten und nicht halb so viel Aufschlagewasser, als ein Hohenofen und als ein Frischfeuer erfordert. Dagegen ist aber auch das geringere jährliche Produktionsquantum diesen Ersparungen angemessen.

Die Schwedischen Eisenerze, welche sich zu diesem Schmelzproceß vorzüglich eignen würden, sind die von der Bispberggrube, mit denen man auch vor vielen Jahren mehrere Versuche mit glücklichem Erfolg angestellt hat. Auch einige von den Grangerder Erzen würden sich dazu vielleicht passen, und im Allgemeinen sind alle die reichhaltigen so genannten frischenden Erze zu dieser Art der Verschmelzung geschickt. Ohne Zweifel würde dies auch bei dem Sumpf- und Wiesenerzen der Fall seyn, denn obgleich man sie gewöhnlich für zu arm hält, indem sie ungeröstet nur ungefähr 30 Procent geben, so verlieren sie doch durch das Rösten etwa 30 Procent an wässerigen und andern flüchtigen Theilen, so daß man den wahren Gehalt dieser gerösteten Erze zu 40 Procent anschlagen kann, welches der gewöhnliche Gehalt der mittelmäßigen und guten Bergerze ist. Aus dem so genann-

scheinlich auch durch die Aufnahme des Sauerstoffs aus der Gebläseluft schwerer verbrennlich geworden sind. Dasselbe ist bei den Kohlen der Fall, die unverbrannt aus dem Hohenofengestell kommen.

genannten Hagelerz, welches seinen Namen wohl von der hagel- oder erbsenförmigen äußeren Gestalt bekommen haben mag, erhielt ich in der Tiegelprobe, nachdem das Erz vorher im Probirofen gut geröstet worden war und dabei 28 Procent am Gewicht verloren hatte, welcher Verlust aus einem bituminösen Wasser und einem flüchtigen alkalischen Salz bestand (§. 65. k.), 50 Procent Roheisen.

§. 94. Von der Französischen Rennschmiede.

Herr du Coudray hat in seinem vorhin angeführten Werk auch den in der Grafschaft Foix und in der Gegend von Roußillon üblichen Schmelzproceß, der bis auf einige kleine Abweichungen, die ich hier kurz anführen werde, vollkommen mit der Kastilianischen Schmelzmethode übereinstimmt, näher beschrieben. Auch bei diesem Proceß wird geschmeidiges Eisen unmittelbar durch das erste Schmelzen aus den Erzen gewonnen. Der Schmiedeheerd ist ganz offen, ohne Esse, 10 bis 12 Fuß im Quadrat und 1 Fuß über der Hüttensohle erhaben. Der eigentliche Heerd oder der Schmelzraum wird aus steinernen Platten, die aus einem glimmerreichen Granit bestehen sollen, zusammengesetzt. Der Formzacken ist 25 bis 16 Zoll lang; der Gichtzacken oder Windzacken eben so lang und ungefähr 3 Fuß hoch; der Aschen- oder Hinterzacken aber 28 Zoll lang und 40 Zoll hoch. Der Vorder- oder Schlackenzacken endlich ist von gegossenem Eisen, 23 bis 24 Zoll lang und ohngefähr eben so hoch; er ist mit zwei bis drei übereinander befindlichen Löchern versehen, aus denen die Schlacke, so wie es die Umstände erfordern, bald hoch bald tief abgelassen wird. Das ganze Feuer ist auf jeder Seite unten am Boden 1¼ Zoll enger als oben, die Zacken neigen sich also sämmtlich aus dem Feuer. Der Bodenstein ist ebenfalls von Stein und muß zuweilen einigemale in der Woche ausgewechselt werden. Die Form steht 5 Zoll in

in den Heerd hinein, 13 bis 14 Zoll über dem Boden des Heerdes und ist dergestalt geneigt, daß der Luftstrom den Boden ungefähr 2 Zoll vom Windzacken trifft. Das Formmaul hat etwa die Größe eines Thalers. Die Größe des Heerdes ist indeß veränderlich und richtet sich nach der Größe, bis zu welcher man die Steine erhalten kann, so wie auch nach der Stärke des Gebläses, welches man durch Versuche so weit verstärkt, daß kleine Kohlen durch den Windstrom wie in einem Wirbel umhergetrieben werden. Die Wassertrommeln sind hier ebenfalls üblich, aber sie sind größer als in den Kastilianischen Feuern. Die Französischen Rennfeuer sind doppelt besetzt, indem 8 Arbeiter in sechsstündigen Schichten (so lange dauert nämlich jedes Schmelzen) wechseln, also jedesmal 4 Mann bei der Arbeit sind. Die Erze, welche hier verarbeitet werden, bestehen aus einem dunkelrothen Blutstein, der theils geröstet und theils nicht geröstet, aber zur Größe von Haselnüssen gepocht wird.

Wenn die Schmelzung angehen soll, wird der Heerd inwendig 3 Zoll stark mit nassem Gestübbe ausgeschlagen. Von der Form an gerechnet werden alsdann $\frac{2}{3}$ der Heerde mit Kohlen und das dritte Drittel bis zum Gicht- oder Windzacken mit abwechselnden horizontalen Schichten von gepochtem Erz und Kohlenstaub angefüllt, bis das ganze Bette so hoch in die Höhe geführt ist, daß es einen Fuß hoch über dem Heerd steht. In den ersten drei Stunden wird nur schwach geblasen, in den letzten drei Stunden zieht der Schmelzer das Gebläse aber stark an und arbeitet während dieser Zeit mit der Brechstange unten am Windzacken, bricht das untere mußig gewordene Erz allmählig los und bringt es näher vor die Form, um das obere Erz nach und nach niedergehen zu lassen*).

Die

*) Hr. R. hat vergessen zu bemerken, daß die obersten, niedergehenden Erzschichten so lange durch neues fein gepochtes Erz (welches durch Erhitzung auf der Gichtseite schon etwas vorbereitet ist) ersetzt werden, bis der Schmelzer glaubt, so viel Erz, als jedesmal zu einem Schmelzstück nöthig ist, im Heerde zu haben.

Die überflüssige Schlacke wird durch eins von den Löchern im Vorder- oder Schlacken-Zacken abgelassen. Wenn auf diese Art in sechs Stunden etwa 10 Centner Erz mit eben so viel Kohlen, dem Gewicht nach, niedergeschmolzen sind, wird das Gebläse abgeschützt. Man bringt nun die übrigen Kohlen aus dem Feuer, entblößt das Schmelzstück, bricht es aus dem Heerd, wobei alle acht Arbeiter zugegen sind, beklopft es mit hölzernen Schlägeln, bringt es unter den Hammer, zängt es und zerhaut es in zwei Schirbel oder Masselets. Der eine Schiebel wird in Kohlenstaub gelegt, der andere aber mit der Zange gepackt, gewärmt und in demselben Heerde, der mittlerweile zu einem neuen Schmelzen wieder vorgerichtet ist, wie gewöhnlich ausgereckt. Von jeder Schmelzung erhält man gewöhnlich $2\frac{1}{2}$ bis 3 Centner Eisen, indeß richtet sich das Ausbringen auch nach der Regierung des Feuers im Heerde *).

Derselbe Schmelzproceß soll auch in der Grafschaft Bearn und in den umliegenden Pyrenäenländern, so wie auch in Spanien, doch mit mehr Nachlässigkeit, ausgeübt werden. Nach Hrn. du Coudray erhält man dabei gewöhnlich drei verschiedene Eisenarten, nämlich theils ein weiches sehniges und sehr gutes, theils hartes Eisen, mit einem sehr abwechselnd groß- und kleinkörnigen Bruch, theils endlich gröberen und feinern Stahl, der zwar gewöhnlich mit Eisensträngen durchgezogen ist, sich davon aber bei gehöriger Vorsicht von Seiten der Arbeiter sehr gut abspalten läßt, weil man gefunden hat, daß immer nur die äußeren Flächen oder das Auswendige der Luppe aus Stahl, der innere Theil derselben aber aus dem weichsten Eisen besteht. Weil die

*) Acht Arbeiter liefern daher in einer Woche, wenn alles ununterbrochen gut geht, gegen 70 Ct. Eisen und verbrennen 240 Ct Kohlen. Der Kohlenverbrand beträgt daher über $3\frac{3}{7}$ Ct. auf einen Ct. Eisen. Obgleich nun diese Luppenfeuerarbeit der vorhin beschriebenen Korsikanischen weit vorzuziehen ist, so steht sie doch gegen den gewöhnlichen Hohenofen- und Frischproceß sehr zurück.

die Außenflächen des Schmelzstückes nämlich den Kohlen zunächst lagen und der Schmelzhitze am längsten ausgesetzt waren, so mußte sich der Stahl ohne Zweifel dadurch bilden, daß das Eisen an jenen Stellen das mehrste Phlogiston*) zurückhalten oder aufnehmen, sich also dem Roheisen mehr nähern konnte. Dieser Stahl kommt ganz mit dem überein, den man in den gewöhnlichen deutschen Frischheerden unter dem Namen von **Lupp- oder Frischstahl** erhält; er ist nämlich sehr ungleichartig und schlechter als der, den man absichtlich in den Stahlheerden aus Roheisen erzeugt. Zuweilen wird auch das ganze Schmelzstück zu gutem und zähem Eisen, welches die Vergleichung mit den besten Eisensorten vollkommen aushält.

Diese Rennfeuerarbeit hat auch den Vortheil, daß es keines abermaligen Umschmelzens in einem anderen Heerd bedarf, und daß die Schirbel vom vorigen Schmelzen in demselben Heerd, sobald derselbe nämlich zu einem neuen Schmelzen vorgerichtet worden ist, ausgezogen werden können. Hr. **du Coudray** stellt in seinem Werk noch einige Vergleichungen über die verschiedenen Schmelzmethoden und über den Haushalt bei den Korsikanischen und Französischen Rennfeuern in der Grafschaft Foix an, und giebt den letzteren den Vorzug, weil man in diesen Heerden mit acht Arbeitern bei einem stärkeren Gebläse in 24 Stunden vier Schmelzen, ein jedes von 3 Centnern, machen kann, obgleich das Erz von Gudanas, welches man dort verarbeitet, nur 27 Procent hält, wogegen man in den Korsikanischen Feuern in derselben Zeit mit vier Arbeitern nur ein einziges Schmelzstück oder Massello macht, obgleich die Erze von Elba 50 Procent Eisen halten.

Die kleinen Abweichungen im Betrieb der Rennfeuer, welche an verschiedenen Orten in Rücksicht der Zustellung des Heerdes und der Manipulation bei der Arbeit

*) Kohlenstoff.

Arbeit statt finden, und ihren Grund in der Lokalität, in der Gewohnheit der Arbeiter, in der Beschaffenheit der Erze u. s. f. haben, findet man im Dictionnaire des arts angegeben; sie sind indeß äußerst unbedeutend. So soll man sich z. B. in Biscayen an einigen Orten großer kupferner Kessel bedienen, welche in die Erde eingegraben und mit Kohlenstaub ausgefüttert werden, und dann die Stelle der Rennfeuerheerde vertreten. Wo der Boden von Natur trocken ist, oder wo man auf andere Art einen trockenen Grund erhalten kann, da sind diese Unkosten unnöthig, indem der kupferne Kessel wohl keinen andern Nutzen haben kann, als den, die Feuchtigkeit von dem Heerd abzuhalten, zu welchem Ende man sich in unsern gewöhnlichen Frischheerden eines gegossenen eisernen Kastens bedient (§. 112, 2.) *).

§. 95. Von den Bauer= oder Blaseöfen in den Schwedischen Dalorten.

Ehe wir die vor Zeiten übliche Methode, aus Eisenerzen oder eisenhaltigen Erden durch das erste Schmelzen geschmeidiges Eisen zu erhalten, ganz verlassen, will ich noch in aller Kürze des vor einigen hundert Jahren bei den Schwedischen Bauern gebräuchlich gewesenen Processes, sich dieses unentbehrliche Metall zu verschaffen, erwähnen; vorzüglich weil diese Schmelzart noch jetzt, obgleich freilich nur an wenigen Orten, in den Kirchspielen zu Lima, Särna, Orsa und anderen in Westerdalen, die von den neueren Hüttenwerken sehr entfernt liegen, ausgeübt wird. In diesen gebirgigten Gegenden kommen, so viel ich weiß, keine Bergerze vor; dagegen hat die Natur denselben einen reichlichen Schatz von eisenhaltigen Erden oder von wirklichen Eisenockern verliehen,

*) Man hat in neuern Zeiten in Frankreich angefangen, Coaks statt der Holzkohlen bei den Luppenfeuern anzuwenden. Eine vorläufige Notiz vom Hn. Blavier befindet sich in No. 110 des Journal des Mines S. 135 u. f. Ob und welchen Fortgang der Gebrauch der Coaks gehabt hat, weiß ich nicht.

liehen, die in den dortigen Sümpfen, Wiesen und Brüchen nur einen Fuß tief unter dem Rasen vorkommen und dort unter dem Namen Yrke oder Oerke aus den morastigen Stellen ausgegraben werden. — Das beste Wiesenerz hat eine röthlichbraune oder dunkelrothe Rostfarbe und ist von Sand und schwarzer Erde ganz rein und frei. Man bereitet es zum Schmelzen auf die gewöhnliche Art dadurch vor, daß man es gut und gleichförmig röstet, indem man es auf einen kreuzweise zusammengelegten Rost von Fichtenholz schüttet und diesen anzündet; das Erz darf aber nicht eher niedergehen, als bis es gut durchgebrannt ist. Man benutzt dieselbe Stelle, um neues Röstenholz und neues Erz aufzutragen, bis man einen großen Haufen gerösteter Erze hat, die gegen den Regen und gegen die Nässe bedeckt werden.

Die Schmelzöfen werden auf hohen trockenen Stellen, in der Nähe kleiner Bäche und Wasserfälle, um das Gebläse mit Wasser betreiben zu können, angelegt; wo es an dieser Gelegenheit fehlt, wird das Gebläse durch Treträder in Bewegung gesetzt. Bei der Anlegung eines Ofens wird zuerst das Gestell oder der Schmelzraum vorgerichtet und dann die Ofenmauer aufgeführt. Zum Bodenstein nimmt man einen ebenen, einen halben Fuß starken Graustein, den man ganz horizontal auf das gleichfalls von Graustein aufgeführte 12 bis 18 Zoll starke Fundament auflegt. Auf dem Bodenstein wird sodann das Gestell aufgeführt, welches 2½ Fuß lang, 15 bis 18 Zoll bei der Form breit und 2 Fuß in senkrechter Richtung hoch ist. Unmittelbar auf dem Gestell ist die Schachtmauer aufgesetzt, welche eine runde Gestalt erhält, und sich immer mehr und mehr erweitert, so daß sie bei einer Höhe von 7 Fuß oben auf der Gicht eine Weite von 5 Fuß im Durchmesser erhält. Auf der einen Seite dieser Mauer läßt man einen freien Raum oder ein Gewölbe für die Form und für das Gebläse, so wie auch auf der vordern Seite des Gestelles eine Oeffnung zum Ab-

Ablassen der Schlacken und zum Ausbrechen des gefrischten Eisenklumpens bleiben muß. Um der aus Graustein mit Lehm und Sand aufgemauerten Ofenmauer mehr Festigkeit und Haltbarkeit zu ertheilen, richtet man in einer Entfernung von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß von der steinernen Ofenmauer eine Zimmerung vor und stampft den Raum zwischen der Zimmerung und der steinernen Mauer mit Erde aus. Oben auf der Gicht des Ofens wird ein viereckiger Kranz von starken und breitem Holz gelegt, und auf der einen Seite desselben eine hölzerne Brücke angebracht, um das zum Aufgeben bestimmte Erz und Brennholz hinauf zu bringen. In das vorhin angeführte Formgewölbe werden alsdann ein Paar kleine lederne Balgen gebracht und mittelst eines Tretrades in Bewegung gesetzt. Ein solcher Blaseofen heißt ein einfacher, oder ein En-Källing, woraus man bei jedem Schmelzen, oder bei jedem sogenannten Rohgange (Rågång) ein Schmelzstück, dort Blästra genannt, erhält. Wer etwas mehr bemittelt ist, richtet diese Blaseöfen so ein, daß sie auf jeder Seite des Ofens, oder auf den entgegengesetzten Seiten des Gestelles, ein Paar Balgen erhalten, wodurch man bei jedem Blasen zwei Schmelz- oder Frischstücke erhält. Dergleichen Doppelöfen werden dann Twåkällingar genannt.

Zum Anwärmen sowohl als zum Schmelzen wird in diesen Oefen bloß trocknes ganz fein gespaltenes Fichten- und Tannenholz gebraucht. Sobald das Schmelzen angehen soll, wird der Bodenstein zuerst mit Gestübbe bedeckt, dann wird der Heerd mit fein gespaltenem Holz, welches schichtenweise und übers Kreuz ganz dicht aneinander gelegt werden muß, bis dahin, wo die Ofenmauer weiter zu werden anfängt, nämlich ungefehr bis zu einer Höhe von 3 Fuß über dem Bodenstein, völlig angefüllt. Von da an werden dünn gespaltene Holzscheite senkrecht in den Ofenschacht, im ganzen Umkreise desselben, hineingestellt, so daß sie zwei Fuß über den Gichtkranz her-

vor-

vorragen; der mittlere Theil des Schachtes aber wird, wie das Gestelle, schicht- und kreuzweise mit ganz dicht an einander liegenden fein gespaltenen Holzstücken von der Erweiterung des Schachtes an, bis oben zur Gicht herauf, angefüllt. Alsdann sucht man mit einer hölzernen Stange durch das kreuzweis gelegte Holz ein Loch von der Gicht bis zum Gestelle zu erhalten (oder man kann diese Stange auch vor dem Einlegen des Holzes, wie eine Quandelstange hineinstellen und dann wieder ausziehen), um durch das Loch, vermittelst einer brennenden Rinde, Feuer bis an den Bodenstein zu bringen. Zuletzt wird die Gicht mit Spähnen und Holzgrummet zugedeckt, und das Holz muß wie in einem Kohlenmeiler verkohlen, indem das Gebläse nicht angelassen werden darf. Nach einer viertel oder halben Stunde, wenn die Verkohlung größtentheils geschehen ist, fängt man an, das Erz (Yrke oder Fyllda) aufzugeben, und setzt bei einem Enkälling zuerst höchstens nur zwei Schaufeln voll. Eine Schaufel ist dem Maaß nach so viel als eine Metze. Auf diese Art fährt man fort, jedesmal wenn das Erz durch die Kohlen niedergegangen und unsichtbar geworden ist, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Schaufeln voll aufzugeben, bis das Holz völlig ausgekohlt ist, welches bei der sechsten oder siebenten Schaufel voll der Fall zu seyn pflegt, da man dann das Gebläse ganz langsam angehen läßt, und wenn der Ofen alsdann eine Stunde darauf in vollen Gang gekommen ist, wieder eine Schaufel voll Erz und bald darauf noch einmal eine Schaufel voll aufgiebt. Ein geübter Schmelzer beurtheilt nach der Güte des Erzes, ob er mehrere oder wenigere, größere oder kleinere Gichten machen kann. Die Schlacke muß aus dem Schlackenloch oft abgelassen und die Form immer rein und hell erhalten werden. Wenn der Ofen auf diese Art etwa $\frac{3}{4}$ mit Erz angefüllt ist, und wenn das Eisen gefrischt zu seyn scheint, sich zu einem Klumpen zusammengezogen hat, ganz fest geworden ist, und bis an die Form

Form in die Höhe zu steigen anfängt, schützt man das Gebläse ab, und zieht den gefrischten Eisenklumpen heraus. Zwei Arbeiter, die sich vorhin bei der Wartung des Gebläses abwechselten, müssen nämlich den Frischklumpen, der körnig, dick und schnell erstarrend zum Vorschein kommt und Blästra genannt wird, mit Zange und Haken von oben her ausbrechen, ihn auf einen glatten Stein wälzen, mit einem hölzernen Schlägel zusammenschlagen und mit dem Setzeisen in zwei Stücken zerhauen, die aber mit einer Kante noch an einander hängen bleiben. Der Ofen wird alsdann rein gemacht und zu einem neuen Blasewerk auf die eben beschriebene Art vorbereitet, womit man so lange fortfährt, als noch Eisenerz vorhanden ist, oder als man die Arbeit fortsen will.

Ein jedes solcher Niederblasen wird dort ein **Rohgang** (Rågång) genannt. Mit einem Enkälling macht man in 24 Stunden 6, 7 bis 8 solcher Rohgänge und erhält jedesmal einen Frischklumpen von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Liespfund. Ein Doppelofen oder ein Twåkälling giebt jedesmal zwei Luppen, die der Breite nach nur ungefehr einen Zoll auseinander liegen, so daß man in 24 Stunden, vorausgesetzt, daß 8 Rohgänge gemacht werden, 16 Klumpen, einen jeden zu 2 Liespfund, folglich in 4 Arbeitstagen, die gewöhnlich in einer Woche statt zu finden pflegen, 6 Schiffpfund 8 Liespfund bei einem solchen Blaseofen produciren kann; nur muß das Erz vorzüglich gut seyn, und es müssen keine Unfälle beim Betriebe vorkommen. Die unreinen Frischstücken werden in einer Schmiedeesse, die ebenfalls zwei Balgen hat, umgeschmolzen, wobei man zugleich den Stahl oder das Produkt, welches beim Schweißen und Umschmelzen hart, und mit röthlicher nicht so weißer Farbe als das Eisen erscheint, aussucht, und das Eisen sowohl als den Stahl hernach weiter zu Sensen, Nägeln, Drath, Aexten, Hufeisen, Messern, Scheren u. s. f. verarbeitet.

Die-

Dieses Blaseeisen ist sehr weich und zähe, läßt sich aber im Frischfeuer nicht umschmelzen, sondern wird dadurch gewöhnlich sehr undicht und schiefrig. Nach angestellten Versuchen hat man aus 26 Liespfund von solchen Wiesenerzeisen nur 14 bis 16 Liespfund undichtes Stabeisen wieder erhalten. In den kleinen Heerden ist der Abbrand viel geringer, man hat ihn aber nicht genau ausgemittelt *).

§. 96. Von den Schmelzmethoden, welche zur Darstellung des geschmeidigen Eisens aus Roheisen gebräuchlich sind.

Ich habe in den vorhergehenden Paragraphen die Methoden gezeigt, deren man sich bedient, um geschmeidiges Eisen unmittelbar durch das Verschmelzen der Erze zu erhalten; es ist nun noch nöthig, daß wir die verschiedenen Verfahrungsarten, um das spröde Roheisen geschmeidig zu machen, oder um Roheisen in geschmeidiges Eisen zu verwandeln, so umständlich, als es der Raum erlaubt, kennen lernen. Ich habe an einem andern Ort (§. 265) gezeigt, daß das Roheisen durch das bloße Cementiren oder Glühen geschmeidig werden kann, weil dies Verfahren aber gar nicht gebräuchlich ist, so kann hier nur von solchen Methoden und Manipulationen die Rede seyn, wobei das Roheisen in eine Art von Schmelzung übergeht. Gern würde ich bei dieser Darstel-

*) Bei den alten sibirischen Nationen findet ein ähnlicher Schmelzproceß statt (Pallas Reisen durch Rußland B. III. S. 171. 308) In der an der schwedischen Provinz Westerdalen grenzenden norwegischen Provinz Oesterdalen wird das Schmelzen in Baueröfen ganz auf dieselbe Art, wie Hr R. eben beschrieben hat, ausgeübt. Sehr gründlich und ausführlich hat Hr. Evenstad das Verfahren dabei, in einer gekrönten Preisschrift, welche vom Hn. Blumhof aus dem Dänischen übersetzt worden ist, beschrieben (Ole Evenstad's praktische Abhandl. von den Sumpf- und Morast-Eisensteinen in Norwegen und von der Methode, solche in sogenannten Bauer- oder Blaseöfen in Eisen und Stahl zu verwandeln. A. d. Dän. von Blumhof, mit 2 Kupf. Göttingen 1801).

stellung eine chronologische Ordnung befolgt und die älteste und einfachste Methode zuerst, so wie die neueste und beste zuletzt beschrieben haben, wenn es nur nicht an zuverlässigen historischen Nachrichten gänzlich fehlte. Folgende Frischmethoden scheinen die Hauptverschiedenheiten in den Verfahrungsarten beim Verfrischen des Roheisens in sich zu begreifen.

1. Die Schwedische Osemundschmiede.
2. Die Märkische Osemundschmiede.
3. Die Wallonenschmiede.
4. Die Deutsche Schmiede.
5. Die Kochschmiede.
6. Die Butschmiede.
7. Die Frischschmiede.
8. Die Suluschmiede.
9. Die Halbwallonenschmiede.
10. Die Löschfeuerarbeit.
11. Die Anlaufschmiede.
12. Die Englische Frischmethode.
13. Die Englische Frischarbeit mit Steinkohlen in Tiegeln.

Mehrere Unterschiede von Bedeutung kenne ich weder aus Erfahrung noch aus Schriften. Kleine Abweichungen, die in einzelnen Districten oder bei einzelnen Arbeiten statt finden mögen, können hier gar nicht in Betrachtung kommen.

§. 97. Von der Schwedischen Osemundschmiede.

Ein einfaches Schmelzverfahren, durch welches das Roheisen seine Sprödigkeit verlieren und etwas geschmeidig werden kann, ist das an einigen Orten in Schweden noch jetzt gebräuchliche Osemundfrischen *), wobei das Roheisen in Brocken oder in Körnern zu kleinen Klumpen oder

*) Die Osemundfrischerei scheint im dreizehnten Jahrhundert in der Grafschaft Mark zuerst entstanden und von dort nach Schweden mit einigen Modifikationen verpflanzt worden zu seyn.

oder Frischstücken niedergeschmolzen wird, welche den Namen Osemundeisen erhalten, welches man faß- oder tonnenweise, jedes Faß zu 20 Liespfund Viktualiengewicht, verpackt und verkauft. Man wendet zu diesem Proceß das Wascheisen, nämlich dasjenige Roheisen an, welches in der Gestalt kleiner Körner und Tropfen in der Hohenofenschlacke zurückbleibt, woraus es vermittelst eines Pochwerkes, indem man die Schlacke ganz fein pocht und die schlackigen Theile durch Wasser wegschlämmt, wobei man die Eisenkörner wegen ihrer Schwere ganz rein erhält, gewonnen wird.

Der Feuerbau zum Osemundschmelzen ist an einigen Orten sehr einfach, weil man dazu nur eines gegossenen eisernen Formzackens und eines eisernen Frischbodens bedarf. Der Heerd besteht übrigens aus einer Grube von Kohlengestübbe, die das Ansehen eines Huthkopfes hat. Die Form ist von gegossenem Eisen und zum Gebläse bedient man sich ein Paar kleiner lederner oder hölzerner Balgen, die entweder durch Wasser oder durch Menschenhände in Bewegung gesetzt werden. Wenn der Heerd mit Kohlen gehäuft angefüllt und das Feuer durch das Gebläse angefacht ist, setzt man das Wascheisen in kleinen Quantitäten auf die Kohlen, und sorgt so viel als möglich dafür, daß die kleinen Roheisenkörner nicht durchfallen, sondern niederschmelzen und dadurch so zähe werden, daß sie erstarren und sich zu einem Klump vereinigen, wozu der Schmelzer durch das Arbeiten im Heerde mit der Brechstange viel beitragen muß. Ein großer Theil Eisen verschlackt sich bei dieser Gelegenheit und diese Schlacke erleichtert dann das Frischen und Zusammengehen der kleinen Eisentheilchen, die darin wie in Molken schwimmen. Wenn auf diese Art ungefehr $1\frac{1}{2}$ Liespfund Wascheisen niedergeschmolzen sind und der Frischer mit der Brechstange fühlt, daß sich das Eisen zu einer kleinen Luppe zusammen gezogen hat, so wird die Schlacke abgelassen, das Gebläse abgeschützt, der Klum-

Klumpen aufgebrochen und aus dem Heerd gezogen. Wenn das Eisen gut durchgearbeitet ist, und sonst gutartig zu seyn scheint, wird es mit dem Schlägel beklopft, gezängt und mit dem Setzeisen in 4 bis 5 Stücken zerschroten, die aber nicht gänzlich getrennt werden, sondern an einem Ende an einander hängen bleiben. Die Frischstücken von solchem guten Eisen nennt man **ausgewähltes Osemund** (Wald Osmund), die kleineren und von schlechterem Eisen aber werden **ungewähltes Osemund** (Owald Osmund) genannt. — Von diesem ungewählten Osemund macht ein Frischer in einer Woche von 6 Arbeitstagen 9 Faß oder 180 Liespfund, von dem ausgewählten aber weniger. Auf jedes Faß rechnet man 32 Liespfund Wascheisen und 10 bis 11 Tonnen Holzkohlen. Der Abbrand oder der Verlust an Roheisen beträgt daher bei dieser Frischarbeit ungefehr 37 Procent. Man vergleiche hiermit Saxholm's Dissertatio de Ferro suecano Osmund. Upsala 1725.

An einigen Orten in Schweden geschieht das Osemundfrischen aber mit mehrerer Sorgfalt, indem man sich sowohl gegossener Gicht- oder Windzacken, als auch gegossener eiserner Aschenzacken bedient. Die Breite des Feuers beträgt nicht über 12 Zoll und die ganze Länge vom Aschenzacken bis zur Vorwand ungefehr 26 Zoll. Die Form steht 3 bis 4 Zoll in den Heerd und ist 6 bis 7 Zoll vom Bodenstein entfernt. Man soll in solchen kleinen Heerden in Schweden auch gewöhnliches Roheisen in der Gestalt kleiner Gänge einschmelzen, indem man sie auf den Gichtzacken mitten gegen die Form legt und tropfenweise niederschmelzen läßt, fast so wie dies bei der Deutschen Osemundschmiede der Fall ist, wovon ich sogleich reden werde. — Wie das Osemundeisen hernach in einer Art von Frischfeuern umgeschmolzen werden muß, um es zu Blechen und zu Platten verarbeiten zu können, habe ich in meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens gezeigt. Das Eisen wird

dadurch ganz zähe und weich, erhält aber zugleich einen sehnigen Bruch, wird fasrig und undicht, und ist daher zu feinen polirten Arbeiten nicht brauchbar *).

§. 98. Von der deutschen oder märkischen Osemundschmiede.

Zu Westphalen, in der Grafschaft Mark, in der Nähe der durch ihre Drathziehereien bekannten Städte Altena, Iserlohe und Lüneschcid, besonders aber zwischen den Städten Brecherfeld und Altena, findet man an zwei kleinen Flüssen in einer Entfernung von 4 bis 5 Meilen über 30 solcher Osemundfeuer **), die in dem Ruf stehen, daß sie ein ungewöhnlich zähes und starkes und zu Drath äußerst brauchbares Eisen liefern. Deshalb sowohl, als auch weil der Proceß wirklich von anderen Frischmethoden ganz abweicht, will ich ihn so ausführlich, als es der Zweck und der Raum des Werkes gestatten, beschreiben.

Das Roheisen, welches man dort verarbeitet, kommt theils aus dem Nassau-Siegenschen, theils aus der Grafschaft Homberg im Bergischen. Die erste Gattung wird vorzüglich zu Kaldenbach aus stahlartigen Erzen, oder sogenannten Stahlsteinen, die mit Blutsteinerzen — welches dort das gewöhnliche Erz ist — zusammenbrechen, erblasen. Die zweite Gattung von Homberg (und

*) Dies Osemundeisen erhält in gewöhnlichen Frischheerden noch eine sehr starke saftige Schweißhitze und erleidet dabei einen Abgang von 15 bis 20 Procent. Es ist übrigens einleuchtend, daß zur Osemundfabrikation in Schweden nur solche Roheisenbrocken genommen werden, die ein durchaus gutartiges Eisen geben. Deshalb sowohl, als auch wegen der geringen Größe der Frischstücken und wegen des äußerst bedeutenden Abganges muß das Stabeisen von vorzüglicher Güte ausfallen, obgleich der Frischproceß an sich sehr wenig haushälterisch, und der märkischen Osemundfabrikation durchaus nicht gleich zu setzen ist.

**) Nach Hn. Eversmann (die Eisen- und Stahl-Erzeugung auf Wasserwerken zwischen Lahn und Lippe. Dortmund 1804) beschäftigte die Osemundfabrikation im Jahr 1803, 79 Hämmer und 88 Feuer. Der Mangel an Debit hat indeß den größten Theil der Werke jetzt auf einige Zeit in Unthätigkeit gesetzt.

(und auch eine dritte von Anspruch, die vorzüglich wegen ihrer Güte berühmt ist) wird aus rothen, schwarzen, besonders aus bläulichen dichten und harten Blutsteinerzen erzeugt, und Hr. v. Stockenström führt noch insbesondere an, daß der ins blaue übergehende dichte Blutstein das beste Roheisen für die Osemundfeuer giebt. Es ist merkwürdig, daß das Roheisen, welches eine ganz weiße Farbe und einen dichten Bruch hat, und dem grellen Roheisen vollkommen gleich kommt, im höchsten Grade frischend ist, oder gar schmelzt, und bei dieser Arbeit ein zähes und starkes Eisen giebt, obgleich es im Stahlheerde bei einer gehörigen Behandlung auch zu Stahl wird. Durch die Gattirung mehrerer solcher etwas von einander abweichender Erze erhält man auch im Anspachischen ein vorzüglich gutes und ein besseres Eisen, als jedes dieser Erze für sich allein geben würde. Man gießt das Roheisen, welches in den Osemundfeuern verarbeitet werden soll, in $6\frac{1}{2}$ bis 7 Fuß lange dreieckige Gänge, von denen jede ungefehr 1000 Pfund wiegt. Im Feuer verhält sich dieses Roheisen sehr weich und erfordert eine hohe Lage über der Form; in den dortigen gewöhnlichen Frischfeuern dürfen die Gänge der Form nicht näher als bis auf 9 Zoll gerückt werden, sie müssen aber viel höher liegen als die Form, und dennoch kann man in einer Zeit von $2\frac{1}{2}$ Stunden 20 Liespfund einschmelzen *).

Der Feuerbau beim Osemundfrischen ist folgender: Die Breite des Heerdes vom Form- zum Gicht- oder Windzacken beträgt nur 12 Zoll, sie ist also bei weitem geringer als bei den Wallonenfeuern, kommt aber fast mit der

*) Die außerordentlich hohe Lage des zu verfrischenden Roheisens über der Form hat den Zweck, das niederschmelzende Roheisen schon zum Frischen vorzubereiten, ehe es tropfenweise vor die Form kommt, und dadurch den Frischproceß zu beschleunigen. Dies geht auch bei dem dortigen vortrefflichen und gutartigen Roheisen füglich an; wo man aber minder gutartiges Roheisen zu verarbeiten hat, würde dieses Beförderungsmittel des Frischprocesses zum Nachtheil der Güte des Stabeisens ausfallen.

der Breite der schwedischen Osemundfeuer überein. Der Frischboden ist 16 bis 17 Zoll lang, aber die Länge des Feuers vom Aschenzacken bis zur Vorderseite beträgt 27 Zoll, so daß der vordere Theil des Bodens des Heerdes aus bloßem Gestübbe besteht. Die Entfernung der Form vom Aschenzacken ist 7 Zoll, und die Tiefe des Feuers vom Boden bis zur Form ist ebenfalls nicht größer als 7 Zoll. Die Form steht 2 Zoll in den Heerd hinein und das Formmaul hat fast dieselbe Größe, wie bei den Wallonenheerden. Der Aschen- und der Gichtzacken haben mit dem Vorder- oder Schlackenzacken einerlei Höhe; sie sind nämlich 6 bis 7 Zoll höher als die Form, welche eine ganz horizontale Lage hat, und mit dem Aschenzacken, also auch mit der Vorderseite, einen rechten Winkel macht, so daß der Windstrom gerade in das Feuer geht, und weder nach hinten noch nach vorne abweicht. Die Balgen sind von Leder, ungefehr 3 Ellen lang und die Düsen haben nur einen Durchmesser von einem Zoll. Die Lage der Balgen ist sehr geneigt; in einer Minute wechseln sie 8 bis 14mal.

Wenn der Heerd zugestellt, mit Kohlen gefüllt und das Feuer angefacht ist, werden die Balgen angelassen. Die Schirbel vom vorigen Schmelzen werden nun gewärmt und ausgeschmiedet **), während eine Roheisenganz durch eine Oeffnung in der Gichtseite der Heerdmauer eingeführt und dergestalt über die Ecke des Gicht- und Aschenzackens gebracht wird, daß das Ende derselben

*) Da bei der Märkischen Osemundarbeit keine Deule gefrischt werden, sondern das von der Ganz abschmelzende Roheisen so bearbeitet wird, daß alles als Anlaufeisen aus dem Feuer gezogen und niemals ein Deul oder eine Luppe gemacht wird, welche gezängt und in Schirbel zerhauen werden müßte, so ist die Angabe: daß die Schirbel vom vorigen Schmelzen gewärmt und ausgeschmiedet werden, durchaus unrichtig. — Das Osemundfrischen unterscheidet sich gerade dadurch von der gewöhnlichen Frischmethode, daß von dem niederschmelzenden Eisen nur kleine Frischen gemacht werden, welche nach dem gehörigen Durcharbeiten vom Windstrom einzeln aus dem Heerd genommen und jedesmal sogleich ausgeschmiedet werden.

ben etwa 4 Zoll vom Gicht- oder Windzacken absteht und sich dem Formmaul auf 3½ Zoll nähert *), aber 4 bis 5 Zoll höher, als die Form liegt. Das Gebläse und die Hitze wirken nun auf das Ende der Ganz und verursachen, daß das Eisen nach und nach, wie eine Stange Siegellack in der Lichtflamme, abschmelzt und tropfenweise in den Heerd eingeht. So wie diese Tropfen vor den Wind kommen, werden sie gefrischt und backen in Gestalt mehrerer kleinerer Brocken zusammen, welche der Schmelzer mit einem Handspieß wieder zu lüften und mit den Kohlen vor dem Winde zu erhalten sucht, während er eine größere Eisenstange, die oben mit einem hölzernen Handgriff versehen ist, in das Feuer bringt und mit derselben so manipulirt, daß sich die gelüfteten kleinen Frischklumpen nach und nach an der eben genannten Eisenstange festsetzen. Diese Anlaufstange muß der Frischer immer vor dem Winde erhalten und sie dabei fleißig umdrehen, damit die kleinen Frischstücken durch die heftige und schnelle Hitze recht durchgearbeitet werden und sich auf allen Seiten anschweißen, welches er nöthigenfalls dadurch zu befördern sucht, daß er die losen Stücken andrückt oder anschlägt. — Wenn sich nun durch die Bemühung des Frischers ein kleiner Klumpen Eisen von etwa 20 Pfund, welches durch fleißiges Umdrehen auf allen Seiten gehörig durchgewirkt ist, an der Anlaufstange angesetzt hat, so nimmt er die Eisenstange aus dem Feuer und bringt sie mit dem Ende, woran sich der angebackene Eisenklumpen befindet, unter einen drei Centner schweren Hammer, läßt ihm zuerst behutsam einige Schläge geben und reckt ihn dann zu 8 bis 10 Fuß langen, $1\frac{1}{8}$ Zoll breiten und $\frac{5}{16}$ Zoll starken Stäben aus, so wie sie nämlich zu den Drathzügen gebraucht wer-

*) Da die Breite des Heerdes 12 Zoll ist, so beruhet diese Angabe wohl auf einen Druck- oder Schreibfehler und soll 7½ bis 8 Zoll heißen.

werden *). Nachdem die Stange ausgereckt ist, haut man sie von der oben genannten Eisenstange mit dem hölzernen Handgriff ab, und bringt diese wieder in den Heerd, um das Eisen, welches unterdessen niedergeschmolzen ist und sich dem gefrischten Zustand genähert hat, durch Einlaufen und Anschweißen herauszuziehen. Der ganze Proceß geht so schnell von statten, daß man zu einer jeden Stange nicht mehr als $\frac{1}{4}$ Stunde nöthig hat. Wegen der starken Hitze in diesem engen Heerd kann der Frischer täglich nur 18 Stunden aushalten und producirt dennoch mit 3 Arbeitern wöchentlich gegen 9 Schiffpfund Eisen.

Ich habe diese Beschreibung einer so ausgezeichneten Frischmethode aus der vortreflichen Abhandlung, welche der Hr. v. **Stockenström** der Hüttensocietät im Manuscript mitgetheilt hat, auszugsweise entlehnt. Es scheint mir bei diesem Schmelzproceß merkwürdig zu seyn:

1. Daß das Roheisen, ohne der Form sehr nahe zu liegen, so schnell schmelzt, welches wohl zum Theil von dem Gehalt der Erze an Braunstein, der besonders in den Nassauischen Stahlsteinen unverkennbar enthalten ist, herrühren mag.

2. Daß das Roheisen bei seiner Leichtflüssigkeit so schnell und schon beim ersten Eingehen frischt. Der enge Heerd, die kurze Form und die schnell wechselnden sehr geneigten Balgen, so wie der Umstand, daß das geschmolzene Roheisen nur tropfenweise zwischen den Kohlen vor den Wind kommt, scheinen davon wohl die Ursache zu seyn. Das überflüssige Phlogiston kann bei dieser durch das schnelle Wechseln der Balgen bewirkten starken

*) In der Regel bedient man sich in der Grafschaft Mark zum Ausrecken der Anlaufkolben leichter Schwanzhämmer. Die 10 bis 12 Fuß (unter 7 Fuß dürfen sie vorschriftsmäßig nicht seyn) langen Stäbe von dem zum Drathzuge bestimmten Osemundeisen werden nicht abgeschlichtet; der Osemund hingegen, welcher nicht zum Drathzuge genommen wird und den Namen Land- oder Knüppeleisen führt, wird in kurzen Schienen, von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß lang und 20 bis Pfund schwer, geschmiedet.

starken Hitze um so eher ausgetrieben werden, als man sich dort bloß der harten Kohlen von Laubholz, vorzüglich von Buchen und Erlen, bedient.

3. Aus der Stahlartigkeit des Roheisens sollte man vermuthen, daß es eher Stahl als weiches Eisen geben müßte, welches auch gewiß geschehen würde, wenn dem Eisen die Stahlart nicht durch die starke Hitze bei diesem Schmelzproceß und durch das fleißige Umwenden und Schweißen des Anlaufs vor dem Winde benommen würde. Das Eisen scheint indeß doch so viel Stahlartiges zu behalten, daß es steifer, stärker und elastischer als anderes Eisen wird, wie der daraus gezogene Drath deutlich zeigt. Durch das häufige Umdrehen beim Anlaufenlassen erhält der Frischarbeiter übrigens Gelegenheit, das Eisen überall recht durchzuarbeiten, und es im höchsten Grade dicht und gleichförmig darzustellen, welches letztere bei dem zu Drath bestimmten Eisen dadurch noch befördert wird, daß es in kleinen Schmiedeessen bei Steinkohlen weiter bearbeitet und gespalten, und unter den Handhämmern zu Drathzainen ausgereckt wird.

4. Daß die Eisenstäbe aus diesen Osemundfeuern unter leichten Hämmern und ohne Ablöschen ausgereckt werden, trägt gewiß auch viel zu ihrer mehreren Dichtigkeit bei, wogegen man sich in Schweden schwerer Hämmer bedient, um das Materialeisen zu Drathzainen auszurecken.

5. Daß sich bei diesem Schmelzproceß nur sehr wenig Schlacke im Heerde ansammelt, folglich nur sehr selten abgelassen werden darf, und daß das Roheisen dennoch frischt, rührt wohl ebenfalls nur von dem flachen und engen Heerd, so wie von dem schnell wechselnden und geneigten Gebläse her, wodurch der größte Theil der Schlacke ausgetrocknet und verflüchtiget wird, so daß sie zur Esse fortgeht oder an der Formwand sitzen bleibt,

bleibt, wie dies in Wallonenheerden der Fall ist *). Der einzige Fluß oder Zuschlag, dessen man sich in diesen Feuern bedient, ist das verschlackte Eisen oder die Frischeisenbrocken, welche beim Hammerstocke abfallen und die das schnelle Frischen des Eisens ebenfalls ungemein befördern.

§. 99. Von der Wallonenschmiede.

Dieser Schmiedeproceß ist zwar etwas später, als die deutsche Schmiede, und zwar zuerst unter der Regierung **Karls XII.** aus **Flandern**, oder dem **Pays des Wallons**, von dem Herrn **de Geer** in Schweden eingeführt worden, weil er aber in Frankreich älter als die deutsche Frischfeuerarbeit ist, und weil er eine verbesserte alte einfache Frischmethode, das Roheisen durch ein bloßes einmaliges Schmelzen geschmeidig zu machen, zu seyn scheint, so will ich die Beschreibung desselben gleich auf die der Osemundschmiede folgen lassen, indem die letztere nur eine ältere Wallonenschmiede im Kleinen zu seyn scheint. Auch bei diesem Schmelzproceß benutze ich die Nachrichten, welche Herr v. **Stockenström** mit einer außerordentlichen Sorgfalt und Genauigkeit gesammelt, und mir mitzutheilen die Güte gehabt hat.

Das Eigenthümliche der Wallonischen Schmelzart besteht darin, daß das eine Ende einer langen quer über den Heerd gelegten Roheisenganz gegen die Form gerichtet wird und nach und nach tropfenweise durch die Kohlen in den engen und flachen Heerd eingeht, wo es durch die Wirkung des Gebläses bei einer großen Formöffnung, und durch das fleißige und vorsichtige Lüften und in die Höhe halten von Seiten des Frischers, schnell und ohne Aufkochen oder Zusatz von Gaarschlacken in den gefrischten Zustand übergeht. Außerdem unterschei-

*) Der Heerd muß immer voll gaarer Schlacken gehalten werden, um das Frischen zu befördern und das Verbrennen des Eisens zu verhindern. Außer dem vom Hrn. R. angezeigten Grund, tragt die außerordentliche Gute und Reinheit des Roheisens sehr viel dazu bei, daß sich so wenig Schlacke ansammelt.

scheidet sich dieser Schmelzproceß von den übrigen Frischmethoden, vorzüglich von der Osemundschmiede, noch dadurch, daß man keine größere Schmelzstücken macht, als zu einer Stange von 45 bis 50 Pfunden nöthig sind, und daß diese Schmelzstücken, welche man eine Luppe (loup) nennt, so wie sie aus dem Schmelzheerd genommen und von dem Wallonenschmiede zu vierkantigen Klumpen zusammengeschlagen sind, an den Reckheerd abgeliefert, in demselben gewärmt und von besonderen Reckschmieden zu Stäben ausgezogen werden, welches so schnell geht, daß der Wallonenschmidt in einer Zeit von 3 Stunden 6 Luppen an den Reckhammer abliefert, die darin in derselben Zeit zu Stäben ausgezogen werden, wobei außerdem in dem Reckheerde noch eine siebente Luppe oder eine siebente Stange erfolgt, welche aus den abgefallenen Brocken beim Wärmen der ersten 6 Stangen entstanden ist.

Das Feuer besteht wie gewöhnlich aus einem Bodenstein oder Frischboden und aus 4 Frischzacken; einem **Formzacken**, der die Formwand bildet; einem **Hinterzacken**, der hier Hären, bei der Deutschen-Schmiede aber **Aschenzacken** genannt wird; aus einem **Gicht- oder Windzacken**, welcher der Form gegenüber steht, und einem **Vorderzacken**, der hier Lakstan heißt und derselbe ist, was man in den deutschen Feuern **Schlackenzacken** zu nennen pflegt. Dieses Feuer oder dieser viereckige aus eisernen Platten zusammengesetzte Raum ist zwar nach der Absicht des Meisters, nach der Beschaffenheit des Roheisens u. s. f. unbedeutend und höchstens um einen oder um zwei Zoll in Rücksicht der Größe und des Verhältnisses der Tiefe, Weite u. s. f. verschieden; allein immer stimmen diese Heerde doch darin überein, daß die Seitenzacken schiefe Winkel gegen einander bilden, indem der Formzacken und der Hinterzacken in einem stumpfen, der Hinterzacken und der Gichtzacken aber in einem spitzen Winkel gegen einander stehen, so

so daß der Heerd bei der Formseite einen Zoll kürzer als bei der Gichtseite ist *). Gewöhnlich sind die Dimensionen des Feuers folgende:

Die Länge des Feuers vom Hinterzacken zum Vorderzacken bei der Form	$31\frac{1}{2}$ Zoll
Die Länge beim Gichtzacken	$32\frac{1}{2}$ =
Die Entfernung des Vorderzackens von der Form	$19\frac{1}{2}$ =
= = Aschenzackens von der Form	$10\frac{1}{2}$ =
Das Feuer ist tief, vom Bodenstein bis an den Wind	7 bis $7\frac{1}{2}$ =
Der Aschenzacken ist hoch	$16\frac{1}{4}$ =
Der Gichtzacken ist hoch	14 =
Der Vorderzacken ist hoch	16 =

Die Form steht etwas geneigt und gewöhnlich $4\frac{1}{2}$ Zoll tief in den Heerd hinein, auch ist die Formmündung gegen den Aschenzacken zu etwas weggefeilt, um den Luftstrom stärker nach hinten, oder eigentlich auf das einzuschmelzende Roheisen zu leiten. Mit diesem Hintermaul richtet man sich indeß nach der Beschaffenheit des Roheisens. Die Mündung der Form bildet einen Halb-

*) Der Grund zu dieser sonderbaren aus den frühesten Zeiten ohne Critik fortgeerbten Construktion des Heerdes ist mir nicht einleuchtend; eben so wenig sehe ich ein, warum bei der Wallonenschmiede ein so großer Heerd nöthig ist, da doch nur kleine Deule oder Luppen von 45 bis 50 Pfund angefertigt werden. Der Kohlenverbrand wird dadurch unnöthig vermehrt und die Hitze zerstreut, folglich das schnellere Frischen verhindert. — Die kleinen Deule und das häufige Durcharbeiten des Eisens, im Frischheerde sowohl als demnächst im Reckheerde, worin das Eisen noch eine neue saftige Schweißhitze erhält, berechtigen übrigens wohl zu der Erwartung, daß das Eisen im Wallonenheerde sehr gut ausfallen muß, obgleich dieser Proceß nicht mit haushälterischen Vortheilen verbunden ist. Auch gereicht es dieser Frischmethode wenig zur Empfehlung, daß sie acht bis neun Arbeiter und zwei besondere Werke, einen Frisch- und einen Reckheerd, mit den zugehörigen Hämmern erfordert. Außerdem verlangt sie immer ein gutartiges, schnell frischendes Roheisen, woraus man durch die deutsche Frischerei mit mehr Zeit- und Materialgewinn ebenfalls ein untadelhaftes Stabeisen darstellen kann. — Zweckmäßiger ist die Wallonenschmiederei an der Niederlahn eingerichtet, wobei jedesmal zwei Frischfeuer mit einem Reckhammer verbunden sind (Eversmann a. a. O. S. 88. 437).

Halbkreis; ihre Höhe beträgt gewöhnlich $1\frac{5}{8}$ bis $1\frac{3}{4}$ Zoll und die Breite $2\frac{3}{16}$ bis $2\frac{1}{2}$ Zoll. Der Frischboden weicht etwas von der horizontalen Richtung ab, indem er sich ungefehr um $\frac{1}{4}$ Zoll gegen die Ecke des Aschen- und Gichtzackens neigt.

Beim Angange der Arbeit müssen sich auf dem Boden des Feuers noch einige kleine gaare Brocken von der vorigen Luppe befinden. Der Heerd wird dann mit Kohlen angefüllt, das Feuer angefacht, das Gebläse angelassen und die Roheisenganz über dem Aschenzacken in gehöriger Entfernung von der Form vorgezogen, so daß es weder zu stark noch zu wenig abschmelzen kann, weshalb man dabei mit großer Genauigkeit verfahren muß. Die Schmelzarbeit selbst, die jetzt ihren Anfang nimmt, zerfällt in zwei Abschnitte. Der erste Theil der Arbeit, welcher vom Schmelzknechte verrichtet und bei uns Göra Sågen genannt wird, besteht darin, daß das Roheisen eingeschmolzen und zusammen gearbeitet wird, welches dann den Namen **Frischeisen** erhält; zuweilen ist dabei nur ein einmaliges Arbeiten nöthig, in welchem Fall man das Manipuliren im Heerde göra bastare nennt: zuweilen frischt das Roheisen aber so schwer, daß der Schmelzknecht noch eine zweite Schicht verfahren muß, ehe das Frischeisen fertig wird, und das nennt man in Schweden rafassa, nach der ursprünglichen Benennung faire repasser. Der zweite Theil der Arbeit besteht in der Anfertigung des Schmelzstückes, oder in dem Zusammenbringen des Frischeisens zum Schmelzstück oder zur **Luppe**, welches der Meister thun muß, der mit seinem Knecht die Arbeit umschichtig oder schichtweise verrichtet. Die ganze Arbeit dauert nur eine halbe Stunde, in welcher Zeit die Luppe fertig seyn muß.

Das Gebläse muß während der ganzen Zeit schnell wechseln, und deshalb bleibt auch keine Schlacke im Heerde, sondern wird als ein feiner Dampf aus der Esse gejagt, und setzt sich auch häufig als eine sogenannte

Nase

Nase an der Form an, die dann abgestoßen und weggeworfen wird, obgleich sie noch sehr eisenhaltig ist. Wegen dieser ununterbrochenen Arbeit im Heerd sind auch 4 Arbeiter, 2 Meister und 2 Knechte, dabei beschäftiget, die sich in dreistündigen Schichten ablösen. — Eben deshalb wird zu dieser Frischmethode auch weißes und etwas grelles Roheisen genommen, welches schneller abschmelzt *) und früher frischt oder geschmeidig wird. Der Raum erlaubt es mir übrigens nicht, hier alle die Handgriffe anzuführen, welche die Wallonenschmiede anwenden, um die Hitze oder den Gang der Arbeit dadurch abzuändern, daß sie die Form hoch oder geneigt führen, daß sie die Frischzacken in das Feuer oder aus demselben neigen lassen u. s. f.

Der **Reckheerd** hat bloß einen eisernen Boden und einen eisernen Formzacken, ist vom Boden bis zum Wind 8 Zoll tief und übrigens nur aus Lösche zusammengesetzt, von der sehr viel verbraucht wird, wogegen man sich bei der Arbeit selbst bloß der reinen Kohlen bedient. Bei diesem Heerd arbeiten gewöhnlich fünf Personen in abwechselnden Schichten.

§. 100. Die deutsche Schmiede oder die Kochschmiede.

Dieser Schmiedeproceß ist in Schweden der älteste und gewöhnlichste, und besteht im Allgemeinen darin, daß das Roheisen in größeren oder kleinern Stücken von 13 bis 20 Liespfund, theils in den Heerd, theils über den Gichtzacken mitten gegen die Form gelegt wird, und langsam niederschmelzen muß, während der Arbeiter bei demselben Feuer die 6 oder 7 Schmelzstücken oder Schirbel von dem vorigen Deul wärmt und zu Stäben ausreckt. Deshalb muß der Heerd hier überall größer seyn, als bei den Wallonenfeuern. Gewöhnlich beträgt

Die

*) Das weiße Roheisen schmelzt eigentlich gar nicht, sondern löst sich in schaaligen teigartigen Stücken ab, statt daß das graue Roheisen tropfenweise abschmelzt und in den Heerd eingeht.

Die Länge des Feuers von dem Schlackenloche an gerechnet . . . . 30 Zoll
Die Entfernung der Form von der Vorwand 20 „
Die Entfernung der Form vom Rück- oder Aschenzacken . . . . 10 bis 12 „
Die Breite des Feuers vom Form- zum Gichtzacken . . . . 28 „
Die Tiefe des Heerdes vom Boden bis zum Wind, nach der verschiedenartigen Beschaffenheit des Roheisens . . . . 12 bis 13½ *) „
Die Form steht in den Heerd . . . 4 bis 4½ „
und hat ein so starkes Stechen oder eine solche Inklination, daß der Wind den Gichtzacken ein Paar Zoll über dem Boden trifft, wie Herr Tibesius (Verhandl. der Königl. Akademie der Wissenschaften 1742.) gezeigt hat.

Der Schmelzproceß bei der Kochschmiede, welche als die beste überall gangbar seyn sollte, ist folgender: Wenn das Ausrecken der Schirbel vom vorigen Deul beendiget und das Roheisen mit der anfänglich zugesetzten und während dem Schmelzen nachgetragenen Schlacke eingeschmolzen und die entstandenen kleinen Frischklumpen aufgebrochen **) und ebenfalls wieder niedergeschmolzen sind, so arbeitet der Schmelzer mit der Brechstange und mit der Heerdschaufel in dem fließenden Guth, bis eine Art von Aufbrausen oder Kochen entsteht, welches die Kohlen in die Höhe hebt und zuweilen über die Vorseite will. Bei diesem Kochen, welches eine viertel oder eine halbe Stunde anhält, vertheilt sich das Eisen in Gestalt kleiner Stücken und Brocken, die sich zugleich mit der Schlacke an der Brechstange ansetzen und zuerst eine röthliche Farbe haben, die aber immer blei-

*) Zu einem so tiefen Heerd wird schon ein vorzüglich gutes Roheisen erfordert. Ueberhaupt ändern sich die Dimensionen des Feuers außerordentlich oft und müssen sich immer nach dem zu verfrischenden Roheisen richten.

**) Dies Aufbrechen heißt bekanntlich das erste Rohaufbrechen.

bleicher und zuletzt weiß werden muß, indem die weiße Farbe ein Zeichen ist, daß das Roheisen gaar oder geschmeidig zu werden anfängt. Alsdann hört der Frischer mit dem Rühren auf, bricht alle die zertheilten Frischstücken oder Brocken in die Höhe *), bringt sie auf Kohlen und läßt sie eingehen, so daß sie sich zusammenschweißen und zu einem großen unförmlichen Klumpen, der aus Eisen mit vielen eingeschlossenen schlackigen Theilen besteht und Frischeisen genannt wird, mit einander verbinden können. Dann schützt man das Gebläse ab **), bringt die Kohlen aus dem Feuer, um den Frischklumpen abkühlen zu lassen, welches man zuweilen durch das Begießen mit Wasser beschleuniget, und wenn der Klumpen dadurch einen hinlänglichen Zusammenhang erhalten hat, so kehrt man ihn um, legt ihn wieder auf frische Kohlen, beschüttet ihn auch mit Kohlen und läßt dann das

*) Dies ist das zweite Rohaufbrechen, welches bei sehr rohschmelzigem oder mit vieler Unart versehenem Roheisen oft noch nicht hinlänglich ist, indem noch ein drittes Rohaufbrechen erfordert wird. Bei sehr gutem gaarschmelzigen Roheisen kann der Frischer, wenn er sein Feuer gehörig gebaut hat, zuweilen mit einem mal Rohaufbrechen ausreichen.

**) Es ist sehr unrecht, wenn das Gebläse zu dieser Zeit abgeschützt und das Eisen abgekühlt wird. Es müssen vielmehr noch mehr Kohlen angeschüttet, gaar aufgebrochen, gehörig zum Deul gefrischt und dabei Anlaufeisen genommen werden. Wird die deutsche Schmiede zweckmäßig betrieben, so ist sie gewiß eine der besten Frischmethoden, weil man dabei eine jede Art Roheisen am besten zu gutem geschmiedeten Eisen bearbeiten kann, statt daß zu der Osemund- und Wallonenschmiede fast ein ausgesuchtes Roheisen aus vorzüglichen Eisenerzen, die man nicht überall haben kann, erforderlich ist. — Die fehlerhafte Procedur beim deutschen Frischen, wobei das eingeschmolzene Frischeisen abgekühlt wird, nennt man wohl das kalte Frischen oder Kaltbläserarbeit. Kaltbrüchiges, sehr rohschmelziges Roheisen aus Wiesenerzen pflegt man auf einigen Preußischen Hütten — wiewohl mit Unrecht — noch so zu behandeln. Eine Beschreibung dieses Processes, so wie er in Schmalkalden üblich ist, liefert Hr. Quanz in seiner Abhandl. über die Eisen- und Stahlmanipulation in der Herrschaft Schmalkalden S. 120. — Solches Roheisen, welches viele rohe Schlacken bei sich führt — Coakroheisen — pflegt man nach dem Einschmelzen wohl mit Wasser zu begießen, um die Schlacken zum Erstarren zu bringen und mit der Schaufel oben ab zu nehmen; allein dies muß sehr schnell geschehen und es wird dadurch keinesweges ein Abkühlen des Eisens beabsichtiget.

das Gebläse langsam wechseln, um die letzte Arbeit, nämlich das **Deulmachen** oder **Luppenmachen** (göra Smälltan) vorzunehmen. Diese Arbeit besteht eigentlich darin, daß sich die Eisentheile und Eisenbrocken bei diesem zweiten Niederschmelzen nach und nach vereinigen und zu einem festeren Klump, den man den **Deul**, die **Luppe** oder das **Schmelzstück** (Smällta) nennt, zusammenschweißen sollen, und daß die Eisentheilchen vom Feuer mehr durchgearbeitet und von der Schlacke abgeschieden werden, die während dieser Zeit sehr häufig *) durch das Schlackenloch abgelassen werden muß, wogegen man aber andere eisenreiche Schlacke, die beim Hammerstock abfällt, zusetzt. — Außer mehreren andern Handgriffen sehen die Frischer auch dahin, daß sich das Gebläse unter dem Frischeisen kreuzt und den Aschenzacken bestreicht, weil dadurch eine gleichförmigere Hitze bewirkt wird.

§. 101. Von der Butschmiede.

Diese Abart der deutschen Frischmethode **) besteht eigentlich darin, daß man dabei weder das Kochen noch das Frischen anwendet, sondern das Zusammengehen des Roheisens und die Umwandlung desselben in einen halbgefrischten Zustand, bloß durch den Feuerbau und durch

*) Das häufige Ablassen der Schlacke während dem Gaareingehen ist nicht gut und deutet in der Regel auf einen fehlerhaften Gang der Arbeit. Eine genaue Beschreibung des Frischprocesses ist äußerst schwierig und erfordert durchaus praktische Kenntnisse. Sollten es mir meine Berufsarbeiten erlauben, so werde ich nächstens eine Darstellung des deutschen Frischens, wozu ich die Materialien in den Hütten gesammelt habe, dem Publiko vorlegen.

**) Die Butschmiede, Frischschmiede, Suluschmiede, Halbwallonenschmiede, Brechschmiede und Anlaufschmiede sind eigentlich durchaus nichts weiter als Abarten der deutschen Schmiede. Wenn man die Arbeit bei diesen Frischmethoden genau beobachtet, so wird man finden, daß der Frischer, wenn sich der Gang im Feuer durch anderes Roheisen, Kohlen, Gebläse u. s. f. verändert, sowohl beim Einschmelzen als auch beim Frischen und Gaarmachen anders verfahren muß, und daß selbst durch die Nachlässigkeit oder durch willkührliches Verfahren eines oder des anderen Arbeiters, dieselbe Methode ein anderes Ansehen erhält.

durch die Richtung des Windstroms zu bewirken sucht, ohne daß der Frischer durch das Arbeiten im Heerde dazu behülflich ist. Zur Zeit des Einschmelzens oder des Ausschmiedens der Schirbel vom vorigen Deul rührt der Frischer durchaus nicht im Heerde, sondern sieht bloß dahin, daß das Roheisen langsam bis zum äußersten Grade erhitzt wird und dann abschmelzt, so daß es in dem Augenblick, wenn das Ausschmieden beendigt ist, zusammen geht, welches man **in den Klump gehen**, oder **in But gehen** (gå in but) nennt. Dieser Klump ist nur ein halbgefrischtes Eisen, welches mit Wasser besprengt, dann aufgebrochen, umgekehrt und auf frische Kohlen gesetzt wird, woraus wieder das Deulmachen, eben so wie ich es vorhin erwähnt habe, vorgenommen werden muß. Der Frischer hat indeß bei dieser Methode beim Deulmachen mehr Vorsicht anzuwenden und muß dahin sehen, daß das eingemengte rohe Eisen in diesem rohen Zustand nicht mit eingeht, sondern völlig durchgearbeitet wird.

Zu dieser Frischmethode muß man aber nothwendig ein gutartiges, leichtfrischendes und etwas grelles Eisen, wie bei den Wallonenfeuern, anwenden, und deßhalb ist es auch gut, wenn man das Roheisen vorher etwas härtet oder im Wasser ablöscht, weil das schnellere Frischen dadurch ungemein befördert wird *). Von solchem Eisen kann man gegen 23 Liespfund mit einemmale einschmelzen und dadurch an Zeit, Arbeit und Kohlen ersparen, auch ein recht gutes und geschmeidiges Stabeisen erhalten. Weil das gaaree und nicht ganz gutartige Roheisen aber bei dieser Frischmethode nicht verarbeitet werden kann, und weil das Stabeisen auch gewöhnlich inwendig undicht und an mehreren Stellen hart und roh und von ungleicher Beschaffenheit bleibt, so ist diese

*) Das Ablöschen und Härten der so eben erstarrten Roheisengänge in Wasser ist in Schweden sehr gebräuchlich und dient — bei gutartigem und bei gehörigem Satz erblasenem Roheisen — auch sehr zur Beförderung des Frischprocesses.

diese Butschmiede eine der schlechtesten Frischmethoden. Die Dimensionen des Heerdes sind gewöhnlich folgende:

Die Länge des Feuers von der Arbeitsseite bis zum Rück= oder Aschenzacken bei dem Formzacken gerechnet	$37\frac{1}{2}$	Zoll
Die Länge des Feuers beim Gichtzacken . .	35	=
Die Breite des Feuers beim Aschenzacken .	30	=
Die Breite des Feuers bei der Vorderseite .	28	=

Der Formzacken neigt sich in den Heerd und ist so wie der Aschenzacken $11\frac{1}{2}$ Zoll hoch. Die Höhe des Formzackens beträgt $14\frac{3}{4}$ Zoll. Die Oeffnung der Form ist $1\frac{1}{4}$ Zoll hoch und $1\frac{3}{4}$ Zoll breit. Die Form steht $4\frac{1}{2}$ Zoll in den Heerd.

§. 102. Die Frischschmiede.

Dieser deutsche Frischproceß unterscheidet sich dadurch von der Butschmiede, daß während dem Einschmelzen des Roheisens mit der Brechstange in dem Heerde gearbeitet werden muß. Weil dabei aber nicht zu gleicher Zeit ein Aufkochen statt findet, sondern weil das Eisen bloß durch fleißiges Aufbrechen dahin gebracht wird, daß es zusammenhängt, so unterscheidet sich dieser Proceß in der eben angeführten Rücksicht von der Kochschmiede *).

Beim Einschmelzen des Roheisens und während dem Ausrecken der Schirbel vom vorigen Deul lockert man das rohe Eisen durch eine Brechstange, welche in das Schlackenloch gesteckt wird, von unten auf, damit es durch ein stärkeres Durcharbeiten vom Winde eine größere Hitze erhält und sich frischen oder an einander hängen kann. Alle die getheilten kleinen Frischstücken werden nach Beendigung des Ausschmiedens in die Höhe gebrochen und wie gewöhnlich zu einem rohen Frischeisenklump

*) Die Uebergänge sind, wie gesagt, so unmerklich und so wenig bestimmbar, daß man beide Schmiedemethoden füglich als eine und ebendieselbe ansehen kann.

klump niedergeschmolzen, der dann abgekühlt, wieder aufgebrochen und zum Deul gemacht wird. Ein gewandter Frischer kann durch diesen Schmelzproceß aus gutem und gutartigem Roheisen zwar eben so gutes Stabeisen schmieden, als bei der Kohlenschmiede, weil man durch die letzte Bearbeitung aber gewöhnlich ein mehr gleichartig gutes und weiches Eisen erhält, so muß die Kochschmiede der Frischschmiede auch schon in so fern vorgezogen werden, als die Procedur des Kochens bei allen Roheisenarten anwendbar ist *).

Wenn man die Butschmiede aber mit dem Namen der **faulen Schmiede** (Lathundsmide) belegt, so thut man ihr doch wohl etwas unrecht, weil beim Deulmachen nicht weniger, sondern im Gegentheil mehr Aufmerksamkeit erfordert wird. Auch gewinnt man durch diesen Frischproceß offenbar durch ein stärkeres wöchentliches Ausbringen **).

§. 103. Von der Suluschmiede.

Sie unterscheidet sich von der eben beschriebenen Frischschmiede nur durch den größeren Nutzen, den sie dem Frischarbeiter gewährt, welcher darin besteht, daß der Frischer noch während dem Ausschmieden und erstem Brechen im Heerd, solche kleine Frischstücken, die ihm gut durchgearbeitet und hinlänglich zusammenhängend zu seyn scheinen, aus dem Feuer nimmt, sie etwas zusammenschlägt, an dem Ende einer Stange anschweißt und zu einem Stabe ausreckt. Man kann auf diese Art beim Ausschmieden mehrere gaare Stücken aus dem Heerd nehmen, um dadurch Eisenstangen zu ergänzen, oder ihnen die verlangte Länge zu geben, wodurch zwar weniger Frischeisen, also auch ein kleinerer Deul, aber dage-

*) Die auf dem Harz übliche Frischmethode nähert sich diesem Verfahren am mehrsten.

**) Dies ist weniger der Methode, als der Eigenschaft des Roheisens, das eine solche Behandlung zuläßt, zuzuschreiben.

dagegen für den Frischer der Vortheil entsteht, daß er besser mit dem Princip auskommt und weniger Eisenverlust erleidet, weil diese Frischstücken der Wirkung des Feuers nicht ohne einen starken Abbrand so lange hätten ausgesetzt bleiben können, bis alles eingeschmolzene Eisen vollkommen zähe und weich geworden ist. Weil diese gaaren Eisenstücken aber eben deshalb, weil sie nicht lange im Feuer bleiben, immer entweder roh oder etwas stahlartig ausfallen, so sollte dieser Schmiedekniff verboten seyn, weil das Stabeisen immer ungleich und schlecht ausfällt. Wenn der Frischer aber nicht selbst aufrichtig genug ist, so wird freilich ein solches Verbot nicht viel helfen *).

§. 104. Von der Halbwallonenschmiede.

Dieser Frischproceß ist in Schweden bloß in der Ankerfabrik zu Söderfors in Upland, und zwar aus dem alten Wahn, daß man dadurch das stärkste Eisen zu einem solchen so viel Genauigkeit erfordernden Fabrikat erhalte, im Gebrauch **). Außerdem ist man auch der Meinung, daß man durch diese Methode die Vortheile der deutschen Frischfeuerarbeit mit denen der Wallonenschmiede verbindet, daß man nämlich zähes und zugleich starkes oder steifes Eisen erzeuge. Man muß indeß wohl bemerken, daß man in Söderfors das Roheisen aus den besten Dannemorer Erzen verarbeitet.

Die Halbwallonenschmiede stimmt mit der deutschen Frischfeuerarbeit darin überein:

a. Daß das Eisen kochen muß, wobei man außerdem mit der größten Genauigkeit verfährt, indem jeder ein-

*) Ein guter Frischer wird immer dahin sehen, daß alles Eisen wo möglich zu gleicher Zeit gaar wird. Das Herausnehmen einzelner gaarer Brocken ist jedesmal ein Beweis von der Nachlässigkeit des Frischers. Hr. R. hätte daher der Suluschmiede nicht als einer besondern Frischmethode, sondern als einer fehlerhaften deutschen Frischerei erwähnen sollen.

**) Eine ausführliche Nachricht findet man in Jars metallurg. Reisen, übers. v. Gerhard B. I. S. 222 u. f.

einzelne Brocken vor der Form oder vor dem Winde und zuweilen sogar mehr als einmal zum Kochen gebracht wird, und daß dann erst die kleinen zerstreuten Frischstücken aufgebrochen und niedergeschmolzen werden.

b. Daß man Deule von 10 bis 15 Liespfund und darüber macht.

c. Daß das Schmelzen und Schmieden in einem und demselben Heerd verrichtet wird, oder kurz

d. Daß der ganze Frischproceß aus Schmelzen, Kochen und Deulmachen besteht.

Dagegen gleicht dieses Frischverfahren der Wallonenschmiede darin:

e. Daß das Schmelzen und Deulmachen in den Fällen, wenn man das Materialeisen zu den Ankern anfertiget, nur allein im Frischheerd vorgenommen wird, und daß die zerhauenen Schirbel vom Deul an die Ankerschmiede abgeliefert werden *).

f. Daß das Frischeisen nicht abgekühlt, sondern sogleich und zwar während dem Gange des Gebläses zum Deulmachen umgekehrt wird **).

g. Daß die wöchentliche Produktion zwar nicht so groß, wie im Wallonenheerde, aber gewöhnlich weit größer, als bei der deutschen Frischfeuerarbeit ist ***).

h. Daß die Frischer für die verbrauchten Kohlen und für das Eisen nicht stehen, und daß der Materialaufwand größer, als bei der deutschen Frischfeuerarbeit ist, wogegen aber besser durchgearbeitetes und zäheres Eisen producirt wird ****).

In

*) Dies Verfahren berechtiget noch nicht, die Halbwallonenschmiede als eine besondere Frischmethode anzusehen, denn bei der gewöhnlichen deutschen Frischerei kann ebenfalls der Fall eintreten, daß das Eisen im Frischfeuer nur zu Kolben ausgeschmiedet wird, welche in einem besonderen Feuer weiter zu Stäben ausgereckt werden.

**) Dies ist auch bei der gut eingerichteten deutschen Frischmethode der Fall.

***) Die Produktion muß deshalb größer ausfallen, weil sich der Frischer nicht bei dem Ausrecken der Kolben aufhalten darf.

****) Achtet man nicht auf den Materialaufwand, so giebt auch die deutsche Frischerei ein völlig so gutes Stabeisen.

In Rücksicht des Feuerbaues ist folgendes zu bemerken: Die Tiefe des Feuers vom Boden bis an den Wind beträgt 10 Zoll; die Form steht kaum 4 Zoll in den Heerd. Die Entfernung des Aschenzackens von der Mitte der Formöffnung ist 12 Zoll. Die Form sticht oder neigt sich etwas in den Heerd hinein, muß aber bei einem zu heißen Gange eine geringere Inclination erhalten, wogegen es bei einer zu geraden Windführung gewöhnlich zu frischend geht. Der Formzacken und der Vorderzacken sind gleich hoch und der Aschenzacken ist etwa $\frac{1}{4}$ Zoll höher. Wenn man über den Vorder- und Aschenzacken eine Brechstange legt, so muß das Dach der Form 2 Zoll unter der Brechstange liegen. Die Größe des Heerdes und die Mündung der Form stimmen übrigens mit den bei den deutschen Feuern üblichen Dimensionen überein.

Man wendet zu dieser Frischfeuerarbeit gutes halbirtes Roheisen an, weil dieses am schnellsten frischt und auch am ersten zum Kochen gebracht werden kann, wogegen das dunkelgraue oder gaare Roheisen im Feuer zu roh geht und im Heerde zu lange flüssig bleibt, so daß man es nur durch Besprengen mit Wasser und durch ein abermaliges Niederschmelzen der aufgebrochenen halbgaaren Stücke zum Kochen und Frischen und zu einem hinlänglichen Zusammenhang zu bringen im Stande ist, um es, wie bei dem gewöhnlichen deutschen Frischproceß, nachher zum Deul bringen zu können. Es scheint hieraus hervorzugehen, daß das Stabeisen desto zäher und gleichförmiger ausfallen wird, je sorgfältiger das erste halbgaare Frischeisen zubereitet wird, und dies wird auch wirklich durch die Erfahrung bestätiget *).

§. 105.

*) Deshalb ist ein gaarer Gang im Feuer, wobei sich das Eisen schon beim ersten Rohaufbrechen zu einem einzigen halbgaaren Klump vereinigt, sehr nachtheilig für die Güte des Stabeisens; wenigstens würde ein außerordentlich gutartiges Roheisen dazu gehören, wenn man es ohne Bedenken wagen darf, den Gang weniger roh einzurichten.

§. 105. Von der Brechschmiede.

Ich glaube den Namen: Brechschmiede (Brytsmide) derjenigen Abänderung der deutschen Frischfeuerarbeit beilegen zu können, welche der verstorbene Admiralitäts-Fiskal Brock vorzüglich zu Säfsiöström in Småland eingeführt hat, um das Materialeisen zu den dortigen Drathziehereien zu verbessern. Hr. v. Stockenström hat von diesem Frischproceß folgende Beschreibung gegeben.

Nach dem beendigten Ausschmieden wird das Kochen, Abkühlen und Umwenden des halbgaaren Eisens wie gewöhnlich vorgenommen. Wenn dieses so genannte Frischeisen niederzuschmelzen anfängt und das erste Stück gaare Eisen oder eine Sule (Sula) von 1 bis 1½ Liespfund in den Heerd eingegangen ist, räumt man das Frischeisen aus dem Heerd, hebt die Sule wieder etwas vor den Wind und bringt sie dann aus dem Feuer, um sie vor der Hand auf der Hüttensohle aufzubewahren. Dann läßt man das Frischeisen weiter eingehen, und sobald wieder eine Sule von eben dem Gewichte eingeschmolzen ist, wird sie wieder aus dem Heerd genommen und auf der Hüttensohle aufbewahrt. Auf diese Weise kann man aus einem Stück Frischeisen von 10 Liespfund 8 bis 10 solcher Klumpen von gaarem Eisen erhalten, von denen der erste von der obern Seite des Frischeisens, welche am stärksten gekocht hat, das weichste, und die übrigen ein weniger oder mehr hartes Eisen geben, je nachdem die Sule mehr oder weniger von dem Theil des Frischeisens der zunächst am Frischboden gelegen hat, enthält. Der Heerd bleibt zuletzt fast ganz leer und wird dann wieder mit Kohlen angefüllt, um alle diese Frischklumpen noch einmal eingehen zu lassen; jedoch so, daß der weichste ganz unten zu liegen kommt, damit der Deul am Boden recht gut ausfallen möge. Beim Eingehen setzt sich viele gaare Schlacke im Heerde ab.

Aus

Aus 13½ Liespfund Roheisen erhielt man einmal 9½ Liespfund gaares Eisen, die in 5 Stück unausgereckten Schirbeln bestanden *).

Das Stabeisen wird durch diesen Proceß ganz weich und zähe; es ist indeß etwas schiefrig und undicht, wie dies beim weichen Eisen gewöhnlich der Fall zu seyn pflegt. Wenigstens geben aber doch diejenigen Småländischen Roheisenarten, aus denen man vorher kein zum Drathziehen brauchbares Materialeisen erhalten konnte, durch diesen Frischproceß ein zähes und gleichförmig gutes Stabeisen; der Frischer kann aber dabei mit den gewöhnlichen Materialverbrauchsprincipien bei dem Roheisen und bei den Kohlen nicht auskommen.

§. 106. Von der Anlaufschmiede.

Man könnte jenen eigenthümlichen Frischproceß, welcher an einigen wenigen Orten in Deutschland üblich ist **), und der darin besteht, daß man mit einer schwachen Eisenstange, während dem Deulmachen, etwas von dem in den Heerd eingehenden gaaren Eisen heraus nimmt und gleichsam durch eine Art von Eintauchen oder Eintunken herauszieht, mit allem Recht die **Taucheisenschmiede** oder die **Eintauchschmiede** (Doppjärnssmide) nennen. Ich habe schon in meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens eines Versuches gedacht, den ich vor mehreren Jahren angestellt habe, um dieses Anlauf- oder Tunkeisen zum Drathziehen anzuwenden; auch sind die in Schweden befindlichen Frischarbeiter, welche die deutsche Frischerei ausüben, mit der Anker-

*) Diese Art zu frischen ist nach Hrn. Jars (metall. Reisen B. I. S. 280 u. f.) vorzüglich in Norwegen in der Grafschaft Laurwig im Gebrauch. Das Vorzügliche dieser Procedur vor dem gewöhnlichen deutschen Frischproceß sehe ich nicht ein; es muß vielmehr häufig der Fall entstehen, daß das Eisen übergaar und hart, oder stahlartig, oder wohl gar verbrannt wird (§. 81).

**) Er findet auf allen Königl. Oberschlesischen Eisenhüttenwerken statt, und ist jetzt auch bereits auf den mehrsten Privathütten eingeführt.

Anfertigung des Anlaufeisens sehr wohl bekannt, besonders wenn es darauf ankommt, ihren Freunden sehr gutes und vorzüglich weiches und zähes Eisen zu Hufeisennägeln u. s. f. zuzuwenden. Weil Hr. v. Stockenström aber von dieser Anlaufarbeit, welche er in Böhmen und bei Johann-Georgenstadt in Sachsen sah, eine sehr genaue Beschreibung geliefert hat, so kann ich nicht umhin, hier einen kurzen Auszug davon mitzutheilen.

1. Der **Feuerbau** ist ganz derselbe, wie bei den gewöhnlichen Frischheerden. Die Breite des Heerdes beträgt $21\frac{1}{2}$ Zoll und seine Länge 23 Zoll. Die Entfernung der Form vom Vorderzacken ist verschieden. Der Formzacken ist 23 Zoll lang, neigt sich in den Heerd und ist beim Aschenzacken $11\frac{3}{8}$, beim Vorderzacken aber $12\frac{1}{4}$ Zoll hoch. Die kupferne Form hat eine fast viereckige Mündung, die $1\frac{1}{2}$ Zoll breit und $1\frac{1}{10}$ Zoll hoch ist; sie neigt sich sehr und zwar jedesmal so stark in den Heerd, daß die Höhe des Formzackens beim Aschenzacken eben so groß seyn muß, als die Länge einer Linie beträgt, welche man vom Mittelpunkt der untern Kante der Formmündung bis zum Boden des Feuers ziehen könnte. Ist z. B. die Höhe des Formzackens $11\frac{3}{8}$ Zoll, so muß die Diagonale eben so lang seyn, und auf diesem Punkt muß der Wind den Frischboden treffen *). Auf andern Eisenhütten, die ein frischenderes Roheisen verarbeiten, fand er die Form weniger geneigt. Rohschmelzendes Eisen erfordert einen flacheren Heerd, als das grelle, leichter frischende Roheisen, und daraus ist es erklärlich, daß auf einigen Werken, die ein so leicht zu verarbeitendes Material haben können, ein 14 Zoll tiefes Feuer gebräuchlich seyn soll. Daß die Form so stark geneigt ist, daß der Wind fast die Mitte des Frischbodens trifft, scheint ein Hauptumstand zu seyn, um ein schnelles Anschwei-

*) Diese Regel ist mir nicht bekannt, sie wird auch wohl nicht richtig seyn, weil der Form durch die Befolgung derselben zu viel Stechen gegeben werden würde.

schweißen beim Anlaufnehmen hervorzubringen. Aus demselben Grunde mag die Form auch wohl nur 3 Zoll weit ins Feuer stehen, weil das Gebläse dadurch nicht so schneidend wird, als bei einer weiter hineinstehenden Form, welches hier schädlich seyn würde. Die Entfernung des Aschenzackens von dem Mittel der Form beträgt 9 bis $9\frac{1}{2}$ Zoll. Der Frischboden neigt sich etwas nach der Arbeitsseite, oder nach dem Vorderzacken und liegt auf einem ausgehöhlten Stein, in welchen man nöthigenfalls zur Abkühlung des Bodens Wasser hinein lassen kann. Das Schlackenloch in dem Schlackenzacken ist 6 Zoll im Quadrat groß und liegt 5 Zoll über dem Frischboden. Der Schlackenzacken ist nur $11\frac{1}{2}$ Zoll hoch, um das Anlaufnehmen mit Bequemlichkeit verrichten zu können *).

2. Der **Frischproceß** selbst ist kurz folgender:

a. Die Roheisengänge, welche ungefähr 8 Fuß lang sind, werden der Form oder dem Windstrom gerade gegenüber dergestalt auf den Gichtzacken gelegt, daß sie sich 2 bis 3 Zoll tief in den Heerd hinein neigen, und daß das eine Ende nach der Beschaffenheit der größeren oder geringeren Leichtflüssigkeit des Roheisens in einer größeren oder geringeren Entfernung von der Formmündung, gewöhnlich aber in einer Entfernung von 6 Zoll zu liegen kommt. In den Heerd wird etwas gaare Schlacke gebracht, welche bei diesem Frischproceß in großer Menge verbraucht wird, und dann viel Kohlenlösche darüber geschüttet, mit welcher man den Heerd auch überall geschlossen hält, so daß nur mitten vor und unter der Form ein Raum von einem Fuß im Durchmesser bleibt, in welchem sich reine Kohlen befinden.

b. Nun wird das Frischeisen, oder das halbgaare Eisen, in der Regel auf die gewöhnliche Art gemacht. Die

*) Es versteht sich von selbst, daß alle diese Dimensionen durch die Beschaffenheit des zu verfrischenden Roheisens, der Kohlen, des Gebläses u. s. f. bestimmt und abgeändert werden.

Die Balgen, welche sehr klein, kaum 4 Ellen lang sind und sehr geneigt liegen, wechseln sehr wenig, nämlich nur 3 bis 3½mal in der Minute, weil man bei diesem Proceß graues gaares Roheisen verarbeitet *). Während dem Einschmelzen werden die vom vorhergehenden Frischen noch übrig gebliebenen kleinen Anlaufkolben völlig ausgeschmiedet. So wie das Roheisen nach und nach abschmelzt, wird die Ganz nachgefahren. Die Schlacke, welche beim ersten Einschmelzen gute Dienste leistete, wird 5 bis 6mal abgelassen. So lange das Einschmelzen dauert, wird mit der Brechstange nicht im Heerde gearbeitet **).

c. Wenn eine hinlängliche Menge Roheisen eingeschmolzen ist, wird es bei einem stärkeren Gebläsewechsel aufgebrochen, und dann sucht man alle die zusammengebackenen halbgaaren Eisentheilchen mit dem möglichsten Fleiß eingehen zu lassen, um sie gut durchzufrischen und zu einem zusammenhängenden Klumpen — zu einer dort sogenannten Gaarganz — zu verbinden, so daß man diesen Klump ***), ohne ihn abzukühlen, umwenden und der eigentlichen Frischarbeit unterwerfen kann, wobei man fast eben so, als ich oben (§. 102.) bei der Frischschmiede gezeigt habe, verfährt. — Es ist merkwürdig, daß die rohen Frischklumpen vom ersten Aufbrechen, nach der Erfahrung der Frischarbeiter, früher gaar oder schneller durchgewirkt werden sollen, wenn man sie mit harten und groben Kohlen, die mit einer weißen Flamme brennen, folglich nicht gut durchgebrannt sind, beschüttet ****). Sollte vielleicht die in den brandigen Kohlen befindliche Holzsäure, die noch mehr Phlogiston

*) Dies ist gerade nicht nothwendig.

**) Das hängt von Umständen und vom Verhalten des Eisens beim Einschmelzen ab.

***) Dieser nach dem ersten Roheingehen erhaltene Eisenklump ist halbgaares Eisen, welches nach Umständen zum zweiten und dritten male roh eingehen muß, zuweilen aber auch schon gaar aufgebrochen werden kann.

****) Von dieser Erfahrung ist mir nichts bekannt.

giston als eine völlig reine und gut ausgeschwählte Kohle enthält, dazu beigetragen, daß das Eisen schneller gaar wird? Gewöhnlich pflegen die Säuren wohl auf diese Art zu wirken, denn man weiß es aus Erfahrung, daß eine sehr brandige Kohle dem gutartigen Eisen im Frischfeuer etwas Rothbruch mittheilt.

d. Wenn der Frischeisenklump umgewendet, und auf reine Kohlen *) gebracht worden ist, zieht man das Gebläse stärker an, um das Frischeisen umzuschmelzen oder ganz gaar in den Heerd eingehen zu lassen. Der Frischer untersucht das eingehende Eisen mit der Brechstange, mit welcher er auf den Boden des Feuers fährt, und wenn es ganz weiß und gaar erscheint, so fängt das **Eintauchen** an, wozu zwei kleine sogenannte **Anlaufstangen** genommen werden.

Eine solche Anlaufstange ist mit dem oberen hölzernen Handgriff ungefähr $4\frac{1}{2}$ Fuß lang, $2\frac{1}{2}$ Zoll breit und $\frac{3}{8}$ Zoll stark. Man führt sie mitten in den Heerd, wo der Wind den Frischboden bestreicht, unter das eingehende Frischeisen **), und wenn der Frischer durch einiges Umdrehen findet, daß sich von dem eingehenden Eisen etwas angesetzt hat, so zieht er die Anlaufstange vorsichtig heraus, läßt den Anlauf etwas unter dem Wasserhammer zusammenschlagen, bringt eine zweite Stange in den Heerd, damit sich an derselben ebenfalls Anlauf-

*) Das Eisen muß schon vor dem Gaaraufbrechen mit Kohlen beschüttet werden, damit dieselben in Gluth kommen und beim in die Höhe heben des Eisens in den Heerd fallen. Frische Kohlen würden das Eisen zu sehr abkühlen. Den höchsten Grad der Gaare darf das Eisen vor dem Gaareingehen nicht haben, weil es sonst beim Deulmachen — vorzüglich wenn diese Operation durch das Anlaufen etwas verzögert wird — hart und stahlartig werden würde. Das weichste, vortrefflichste Eisen wird dabei durch übertriebene Gaare hart und schlecht, wovon ich mich durch einen absichtlich angestellten Versuch unter specieller Aufsicht des geschickten Königl. Hüttenfaktors, Hn. Paul, überzeugt habe.

**) Die vorzüglichste Sorge des Frischers muß dabei darauf gerichtet seyn, sich durch zweckmäßiges Arbeiten mit der Anlaufstange eine Oeffnung oder sogenannte Pfanne zu verschaffen, in welche die Anlaufstäbe hineingehalten werden.

Anlaufeisen ansetzt, und fährt mit dieser Procedur abwechselnd mit beiden Stangen so lange fort, bis er 7 bis 9 Liespfund Anlaufeisen erhalten hat, wobei er indeß den Anlaufkolben jedesmal unter den Hammer bringt. Die Anlaufkolben werden nur zu flachen Eisenstäben von 2½ bis 3 Fuß lang ausgezogen, in Bunden zusammengelegt und unter dem Namen von **Seileisen** verkauft, vermuthlich weil man dies vorzüglich gute und zähe Eisen zu eisernen Grubenseilen, zu Gewehrläufen, Drath und zu andern Waaren, die ein vorzügliches Eisen erfordern, verarbeitet. Man erhält auf diese Weise durch den abwechselnden Gebrauch beider Anlaufstangen 7, 8 bis 10 Stück Anlaufkolben in einer Zeit von einer halben bis ¾ Stunden, denn so lange dauert es, bis alles Eisen zu einem **Deul** oder **Theil** niedergeschmolzen ist, welches dann ausgebrochen, wie gewöhnlich gezängt und in zwei Schirbel zerhauen wird, welche an die Blechschmiede abgeliefert werden, um Weißbleche daraus zu schmieden.

Herr **v. Stockenström** bemerkt, daß dieser Theil oder Deul ein sehr undichtes, schiefriges und zuweilen hartes Eisen giebt, indem das beste Eisen durch das Anlaufen gleichsam ausgezogen wird *), auch das Anlaufeisen selbst soll oft undicht und mehr oder weniger hart seyn, je nachdem das halbgaare Frischeisen von verschiedener Beschaffenheit war. Das zuerst eingehende gaare Eisen hat eine röthliche Farbe und ist gewöhnlich hart; das mittelste ist das beste und das letzte Anlaufeisen ist zuweilen roh.

§. 107. Von der Löschfeuerschmiede.

Diese Verfrischungsmethode ist vorzüglich bei **Ilmenau** in Böhmen, bei **Suhl** in Sachsen, so wie auch bei

*) Dies kann nur dann der Fall gewesen seyn, wenn sich der Frischer eines Versehens schuldig gemacht hat.

bei Schmalkalden und in Hessen üblich *). Herr v. Stockenström hat sie ebenfalls genau beschrieben. Der eigentliche Zweck, den man durch diesen Proceß zu erreichen sucht, besteht darin, daß man das Roheisen, welches aus reichen Blutsteinerzen in den so genannten Blauöfen oder in den kleinen Hohenöfen erblasen ist, und immer sehr grell, weiß und leicht frischend ausfällt **), durch ein einziges Einschmelzen zu Gute macht, und zugleich darin, daß man in diesen Feuern die großen Ofenfrischstücken, welche beim jedesmaligen Ausblasen des Blauofens erhalten werden, wenn die Kohlengichten mit zu vielem Erz überladen waren, umschmelzt ***).

Es scheint, daß dieser Frischproceß seinen Namen von Löschen erhalten habe, denn der Heerd hat bloß einen Formzacken von Gußeisen und ist übrigens gänzlich aus Kohlenlösche gebildet, welche man oft mit Wasser begießen oder löschen muß, um sie nicht verbrennen zu lassen. Von dem gewöhnlichen deutschen Frischfeuerproceß unterscheidet sich diese Frischmethode also dadurch, daß das Feuer weder einen Boden noch einen Aschen-, Gicht- und Vorderzacken, auch kein Schlackenloch hat, ferner dadurch, daß das Roheisen nicht während dem Ausschmieden eingeschmolzen wird, sondern daß das Ausschmieden immer dem Einschmelzen vorhergeht, um gaare Schlacke im Heerde zu erhalten; dadurch, daß man

*) Eine sehr ausführliche und gründliche Nachricht giebt Hr. Quantz (Beschreib. d. Eisen- und Stahlmanipulation in Schmalkalden). S. 100 — 120.

**) Das sehr grelle Roheisen aus dem 20 bis 24 Fuß hohen Floß- oder Blauöfen wird in Schmalkalden Scheibeneisen genannt.

***) Mit solchem, zufällig beim Ausblasen der Blauöfen erhaltenen Frischeisen würde man die Löschfeuer nicht lange betreiben können. Man bedient sich vielmehr des sogenannten Gußstückeisens, nämlich eines halbgaaren Eisens, welches aus den 16 Fuß niedrigen Stücköfen erhalten, und vor der weiteren Bearbeitung im Löschfeuer schon zu Stücken von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Centner unter dem Hammer zerschroten wird. In Ermangelung der Gußstücke wird häufig altes Stabeisen gebraucht, weil die Stücköfen, wegen des großen Kohlenverbrauchs, nur noch selten betrieben werden. In Steyermark sind die Stücköfen schon längst gänzlich abgeschafft worden.

man zuerst etwas von den oben erwähnten Ofenfrischstücken und etwas Brockeneisen einschmelzt, welches sich auf dem Boden des Feuers ansammeln muß; dadurch, daß das Roheisen mitten vor dem Gebläse schnell eingeschmolzen wird *); dadurch, daß man durch ein schnell wechselndes und heftiges Gebläse mit kleinen Balgen alles zu bewirken sucht und nicht mit der Brechstange im Heerde arbeitet, so wie auch endlich dadurch, daß die Luppe in dem Augenblick, wenn das Eisen eingegangen ist, auch schon fertig ist und gezängt werden kann, wogegen man das eingeschmolzene Eisen bei dem deutschen Frischfeuerproceß wieder aufbrechen und noch einmal zu einer Luppe in den Heerd eingehen lassen muß.

Aus dem eben Angeführten geht schon hervor, daß man zum Feuerbau weiter nichts nöthig hat, als etwas schweres Gestübbe auf dem Boden einzustoßen, welches die Stelle des Bodensteins vertritt, denn der ganze Heerd besteht übrigens aus Lösche, die man der Wirkung des Gebläses überläßt, welches sich daraus selbst einen Heerd von unbestimmter Größe bilden muß. Der Formzacken steht gerade, zuweilen auch etwas geneigt. Die Form liegt 7 bis 8 Zoll weit in den Heerd hinein, je nachdem das Gebläse mehr oder weniger stark wirkt; ihre Oeffnung ist ein klein wenig größer, als gewöhnlich. Statt der Schlackenplatte bedient man sich eines viereckigen hölzernen Blockes, der auf einer massiven Mauer, $2\frac{1}{2}$ Fuß hoch über der Hüttensohle liegt.

Das

*) Das während dem Einschmelzen der Gußstücke oder des alten Stabeisens über der Form erwärmte Scheibeneisen, wird nach beendigtem Einschmelzen der Gußstücke, eben so wie diese, mit einer Zange so lange vor die Form gehalten, bis es niedergeschmolzen ist, wodurch es, wegen des gaaren Guthes, im Heerde sogleich vergaart. Zu einem Deul kommen etwa $\frac{1}{3}$ Centner Gußstücke und 2 Centner Scheibeneisen. Der Heerd muß aber, wie man leicht begreifen kann, vor dem Einschmelzen der Gußstücke, mit recht gaarer Schlacke oder Schwahl — Frischergel — angefüllt seyn, um das Verbrennen des Eisens zu verhüten. Dieser Schwahl entsteht durch den Abfall beim Ausschmieden der Stäbe und durch die absichtlich aufgegebene Hammerstockschlacke.

Das Ausschmieden der Schirbel geschieht eben so, wie in den Reckheerden, bei der Wallonenschmiede, es dauert 2½ bis 3 Stunden. Man gebraucht dies Eisen gewöhnlich zu Blechen, wozu es wegen seiner Dichtigkeit besser als alles andere Eisen seyn soll. Ein neues Schmelzen fängt erst nach beendigtem Ausschmieden an; man benutzt dazu die Rinde oder die gaaren Brocken, welche durch den Abbrand von den Schirbeln entstehen, und setzt diesen Brocken noch allerlei Abfälle von den Blechhämmern und Nagelschmieden zu. Wenn sich diese Brocken, welche dort Schwahl genannt werden, auf dem Boden angesetzt haben, nimmt man etwas von den oben angeführten halbgefrischten Stücken vom Niederblasen des Blauofens zwischen der Zange, hält es gerade vor den Wind und läßt es einschmelzen, wobei zugleich einige Schaufeln voll von der Hammerstockschlacke mit in den Heerd gebracht werden. Ist das halbgefrischte Eisen eingeschmolzen und mit den Schlacken im Heerde gut durchgearbeitet, so daß es eine milchweiße Farbe hat, ist folglich die Quantität des Schwahls auf diese Art durch das in hinlänglicher Menge eingeschmolzene halbgefrischte Eisen vermehrt worden; so ist der rechte Zeitpunkt vorhanden, das Roheisen einzuschmelzen, wovon man jedesmal ein Stück von etwa ½ Centner zwischen der Zange packt, es gerade vor der Form in der stärksten Hitze hält, und in der von dem Gebläse aufgetriebenen Schlacke tropfenweise niederschmelzen läßt. So wie diese Tropfen in den Heerd eingehen, werden sie durch das vorher eingeschmolzene halbgefrischte Eisen und durch den Schwahl augenblicklich zu geschmeidigem Eisen, wozu aber auch theils das heftige Gebläse, indem die Balgen 13 bis 14mal in der Minute wechseln, theils die viele zugesetzte Hammerstockschlacke, die sehr gaar ist und viele zähe Eisentheile enthält, viel beitragen. Es ist eine Regel, daß das Eisen desto weicher wird, je mehr man von einer solchen gaaren Schlacke anwenden kann.

Bei diesem Einschmelzen des Roheisens bemerkt man aber deutlich, daß ein wirkliches Aufkochen vor sich geht, welches wohl vorzüglich durch die Bewegung entsteht, die durch die Wirkung des Windstroms auf die flüssige Schlacke hervorgebracht wird, und woran auch die Anziehung der Schlacke zu dem überflüssigen Phlogiston im Roheisen einigen Antheil haben kann. Es ist sehr merkwürdig, daß das in den Heerd eingehende Roheisen sogleich geschmeidig wird, wenn es sich nur mit gefrischtem Eisen verbinden kann, wovon dieser Frischproceß ein sehr überzeugendes Beispiel giebt, indem er schwerlich glücken würde, wenn nicht das vorher eingeschmolzene halbgefrischte Eisen und der Schwahl einen Grund zum Gaaren legten. Zu dem schnelleren Frischen sowohl, als auch zur Kohlenersparung, trägt das Besprengen und Dämpfen des zu starken Feuers mit Wasser, welches hiebei häufiger als gewöhnlich geschieht, viel bei.

Uebrigens werden zu diesem Frischproceß ein angemessenes Roheisen, ein starkes Gebläse, viel gaare Frischschlacke und ein enger Heerd nothwendig erfordert *).

§. 108.

*) Daß die Löschfeuerarbeit in Rücksicht des Zeit- und Kohlenverbrauchs nicht besonders vortheilhaft seyn kann, leuchtet schon daraus ein, daß das Ausschmieden und das Einschmelzen nicht zu gleicher Zeit geschieht. Außerdem ist wohl zu berücksichtigen, daß sich das Eisen in einem Feuer, worin zugleich eingeschmolzen wird, besser wärmen und schmieden läßt, als in einem so genannten trocknen Feuer, in welchem keine gute recht saftige Schlacke vorhanden ist. Es versteht sich übrigens von selbst, daß die Löschfeuerarbeit ein vorzüglich gutartiges, leichtfrischendes Roheisen erfordert, also durchaus nicht bei jedem Roheisen anwendbar ist. Hat man aber ein so gutartiges, leichtfrischendes Roheisen, welches ohne Aufbrechen — das bekanntlich bei der deutschen Frischmethode immer geschieht — gaar wird, so verdient die in Nassau-Siegen übliche so genannte Einmahlschmelzer-Arbeit vor der Löschfeuerarbeit bei weitem den Vorzug. Diese Einmahlschmelzerei muß überhaupt als eine besondere, vom Hrn R. übersehene Frischmethode hinzutreten. Es wird dabei ein gutartiges, leichtfrischendes Roheisen verarbeitet, welches während dem Ausschmieden der Kolben vom vorigen Deul, von der Ganz abschmelzt, ohne weiter aufgebrochen oder gefrischt zu werden, indem es schon

durch

§. 108. Von der Englischen Stabeisenschmiede.

England hat einen großen Mangel an Waldungen und an Holzkohlen, und daher ist die Stabeisenfabrikation dort nicht sehr bedeutend. Die sicherste Nachricht, die ich von dieser Produktion zu geben im Stande bin, ist aus den Reisebemerkungen des Hrn. **Quist** gezogen, wovon ich hier nur einen Auszug mittheilen kann.

Eins von den bedeutendsten Eisenwerken ist das bei **Pontypool**, woselbst man das Verfrischen, so wie an mehreren Orten in England, in Wallonenheerden vornimmt, nur mit dem Unterschiede, daß in England nicht so viel in derselben Zeit eingeschmolzen und bearbeitet wird, als in Schweden, weshalb man auf jenem Werk auch 3 Schmelzheerde gegen einen Reckheerd haben soll*). Auch wird die Luppe dort erst zu Kolben ausgezogen, ehe man sie an den Reckheerd zum Ausschmieden abliefert. Das größte Quantum, was man mit diesen drei Schmelz- und einem Reckheerde wöchentlich produciren kann, besteht in 8 Tonnen oder ungefehr in 53 Schiffpfund Berggewicht. Die Frischarbeiter sollen sich dort vorzüglich des schwachhalbirten oder grau gesprenkelten Roheisens bedienen. Beim Recken müssen die Reckschmiede aber auf den Grad des Glühens oder auf die Farbe des Eisens sehr genau Achtung geben, denn wenn das Eisen zu dunkelroth glühet, so läßt es sich nicht recken, und wenn es zu

durch das bloße Eingehen in den Heerd, und dadurch, daß das Eingeschmolzene dem Winde oder dem Schmelzpunkt stets mit einer kleinen Brechstange genähert wird, die erforderliche Gaare erhält. Es können auf diese Art in einem Feuer und unter einem Hammer in einer Woche 100 bis 120 Centner 1½ bis 2zölliges Quadrateisen gefertiget werden, statt daß das Löschfeuer höchstens 60 bis 70 Centner liefert und noch außerdem einen Theil halbgaares Eisen oder altes Stabeisen erfordert. Man vergleiche **Eversmann** a. a. O. S. 50—53.

*) Die Produktion ist im Gegentheil in England in gleicher Zeit weit größer, weil die Reckheerde ungemein viel schneller arbeiten. — Die Fabrik nennt ihr Fabrikat Osburn-iron; dieses Stabeisen wird aus vorzüglich gutem Roheisen, und ganz bei Holzkohlen (welches in England bekanntlich sehr selten ist) producirt und steht wegen wegen seiner Güte in großem Ruf.

zu weißwarm ist, so fällt es unter dem Hammer auseinander.

Das beste Eisen soll in Lancashire von Roheisen aus Blutsteinerzen von Wet vigs close, und aus Erzen von Forest of dean erzeugt werden. Auch das Eisen aus einigen Flötzerzen bei Pontypool und auf den umliegenden Werken soll ziemlich gut seyn; an allen diesen Orten wird aber das Roheisen sowohl, als auch das Stabeisen, bei Holzkohlen, die dort von vorzüglicher Güte sind, producirt. Wo man wenig Holzkohlen hat, begnügt man sich in den Reckheerden mit Steinkohlen, vorzüglich wenn man sie, wie das häufig in England der Fall ist, mit Holzkohlen vermengen kann *). In den Schmelzheerden kann man aber die Steinkohlen auf keine Art anwenden, denn alle deshalb angestellten Versuche haben einen unglücklichen Erfolg gehabt. Dagegen lassen sich bekanntlich die verkohlten Steinkohlen, oder die sogenannten **Coaks**, zwar zur Roheisenerzeugung in den Hohenöfen für die Gießereien anwenden, aber brauchbares Stabeisen hat man bei Coaks im Frischfeuer noch auf keine Weise erhalten können **).

§. 109.

*) Dieses Vermengen findet durchaus nicht statt.

**) Bei dem Mangel an Waldungen würde man sich die außerordentlich große Eisenfabrikation in England nicht erklären können, wenn das Raffinement der Nation es nicht dahin gebracht hätte, die Holzkohlen durch den größten Schatz, den England besitzt und dem es seinen Wohlstand ganz vorzüglich verdankt, nämlich durch die Steinkohlen, vollkommen zu ersetzen. Der außerordentlich geringe Preis der Steinkohlen, die niedrigen Löhne und — ich darf wohl hinzusetzen — die Geschicklichkeit und Gewandheit der Arbeiter, machten die schnellen bewundernswürdigen Fortschritte des Eisenhüttenwesens in England möglich, und aus jenen Gründen ist es auch sehr zu bezweifeln, daß man auf dem Continent dem Beispiele der Engländer so bald nachfolgen wird. Von der Anwendung der Steinkohlen, oder vielmehr der Coaks zum Hohenofenbetriebe kann hier die Rede nicht seyn, denn diese ist schon hier und dort auf dem Continent, und namentlich zu Creuzot in Frankreich und auf mehreren Punkten in Oberschlesien, eingeführt. Diese letzte Provinz verdankt den patriotischen und sachkundigen kraftvollen Bemühungen des Schöpfers des Schlesischen Bergbaues und Hüttenbetriebes, des Herrn Staatsministers Grafen

v. Re-

§. 109. Von der Bereitung des Englischen Stangeneisens in Tiegeln.

Der eben angeführte Umstand, daß man bei Steinkohlen kein gutes und geschmeidiges Stabeisen im Frischheerd

v. Reden, schon fünf im Betriebe befindliche Hohenöfen, deren Produkte dem bei Holzkohlen erblasenen Roheisen durchaus nicht nachstehen und ein vorzüglich gutes Stabeisen geben. Dagegen hat die Anwendung der Steinkohlen beim Verfrischen des Stabeisens auf dem Continent noch keinen Fortgang gefunden; die Gründe habe ich vorhin angegeben und kann dazu ferner noch den Mangel an Unternehmungsgeist und Interesse, die Hindernisse in der Verfassung und das Unvermögen der mehrsten Hüttenbesitzer rechnen. Dabei ist es auch nicht zu läugnen, daß das nach Art der Engländer gefrischte Stabeisen dem auf die gewöhnliche Art im Frischfeuer bei Holzkohlen erzeugten Eisen in der Güte so lange nachstehen wird, als der Hohenofenbetrieb nicht den höchsten Grad der Vollkommenheit erreicht hat, denn der englische Frischproceß ist das, was der Frischproceß eigentlich seyn soll, nämlich eine bloße Decarbonisation des Roheisens, wobei kein Durcharbeiten des Eisens vor dem Winde und zwischen Kohlen statt findet. Ein von Unarten nicht freies Roheisen wird daher durch diesen Frischproceß noch viel weniger, als durch die gewöhnlichen Frischmethoden verbessert werden können, weshalb er in den Ländern, die keine durchaus gutartigen Eisenerze zu verschmelzen haben, und denen es an Gelegenheit fehlt, von einem minder guten Stabeisen Anwendung zu machen, schon an sich unanwendbar ist, und höchstens nur theilweise mit Nutzen eingeführt werden könnte.

Ich glaube hier eine gedrängte Uebersicht der verschiedenen englischen Frischmethoden liefern zu müssen. Obgleich die Engländer aus ihrem Verfahren weder ein Geheimniß machen, noch machen können — denn der ganze Proceß liegt einfach und klar vor Augen — so fehlt es doch an gründlichen Nachrichten, weil die Ausländer diesen wichtigen Gegenstand bisher mit zu wenig Aufmerksamkeit behandelt haben. Die ausführlichste und beste, obgleich noch immer sehr mangelhafte Auskunft über den zuletzt zu beschreibenden, jetzt fast allgemein eingeführten Proceß hat Hr. Bonnard in No. 100. des Journal des mines S. 245—296. geliefert, worauf ich, um nicht zu ausführlich zu werden, verweisen muß. Die verschiedenen in England üblichen Methoden, um Stabeisen aus Roheisen zu frischen, sind folgende:

1) Die Wallonische Frischmethode zur Darstellung des Osburn-iron wird, außer zu Pontypool, nirgends betrieben. Der Proceß weicht von dem Niederländischen darin etwas ab, daß im Reckheerd nichts weiter als das Ausrecken der Kolben zu Stäben verrichtet wird.

2) Die gewöhnliche deutsche Frischmethode. Vor 8 bis 10 Jahren fand sie auf einzelnen alten Hüttenwerken noch statt, ist aber

heerd produciren kann, schreckte die unternehmenden Engländer nicht ab, ihren Zweck mit diesen Kohlen auf eine andere Art zu erreichen. Vorzüglich soll der Esq. Bacon

aber bei dem zunehmenden Holzmangel jetzt wahrscheinlich gänzlich eingegangen.

3) Die Deutsche Frischmethode, wobei das fertig gefrischte Stabeisen aber nur als Kolbeneisen dargestellt wird und die Kolben demnächst bei Steinkohlen im Glühofen zu Stäben ausgezogen werden. Auch diese Frischmethode wird jetzt wahrscheinlich nur höchst selten und auf ganz alten Werken ausgeübt. Sie dient zur Vergrößerung der Fabrikation gegen die gewöhnliche Deutsche Frischarbeit, indem bei gutartigem Roheisen das Einschmelzen beschleuniget werden kann, weil sich der Frischer nicht mit dem Ausschmieden aufhalten darf. — Auch in Oberschlesien ist diese Methode mit Erfolg angewendet, nur erfordert sie, wenn sie von Nutzen seyn soll, ein gutartiges schnellfrischendes Roheisen, und Steinkohlen ganz in der Nähe der Frischfeuer.

4) Die Anfertigung von halbgaarem Eisen bei Coaks und das Verfrischen des halbgaaren Eisens bei Holzkohlen. Bei dieser Methode geschieht der eigentliche Frischproceß theils bei Coaks, theils bei Holzkohlen, und würde in den Gegenden anwendbar seyn, wo man gute Steinkohlen ganz in der Nähe hat und die Waldungen nicht mehr zureichen wollen, die Frischfeuer nachhaltig mit Holzkohlen zu versorgen. Man erhält durch diese Methode, welche übrigens ein gutartiges Roheisen verlangt, ziemlich gutes Stabeisen; sie soll in England aber nicht mehr gebräuchlich seyn, vermuthlich weil die Waldungen zu sehr abgenommen haben und das Eisen zu schlecht ausfällt. — Das Roheisen wird, so wie es aus dem Hohenofen kommt, in Stäben von etwa 3 Fuß lang und 3 — 4 Zoll im Quadrat gegossen (pigs oder pig-iron) und diese Pigs werden in einem gewöhnlichen Frischfeuer bei Coaks eingeschmolzen. Das Feuer wird nämlich mit Coaks gefüllt und die Pigs dergestalt aufgetragen, daß das Gebläse die Mitte des Stabes trift, um so durchgeschmolzen vor dem Wind niederzusinken und gänzlich eingeschmolzen zu werden. Wenn auf diese Art eine gewisse Quantität — 4 bis 5 Centner — eingeschmolzen ist, wird die Masse aufgebrochen und fleißig vor den Wind gebracht, wodurch einzelne Stücken, die durch ihre weiße Farbe einen Grad von Gaare zu erkennen geben, entstehen, welche aus dem Feuer geworfen, mit einer Schaufel zum Hammer getragen und unter demselben zu flachen Kuchen ausgetrieben werden. Mit der Anfertigung dieser Klumpen oder Kuchen ist das Feuer fortwährend beschäftiget. Die Kuchen, welche aus halbgaarem Eisen bestehen, erhalten in einem gewöhnlichen Frischfeuer, durch ein einmaliges Eingehen bei Holzkohlen, ohne weiter aufgebrochen zu werden, die völlige Gaare. Das gaare Eisen wird in diesen Feuern aber nur zu Kolbeneisen ausgeschmiedet, und das Ausrecken der Kolben zu Stäben in Glühöfen bei Steinkohlen verrichtet. Sollten andere Umstände dies Ausrecken in Glühöfen weniger rathsam machen,

Bacon die Methode erfunden haben, aus dem Roheisen durch das Schmelzen in Tiegeln bei Steinkohlen geschmeidiges Stabeisen darzustellen. Herr Quist hat die

chen, so können die Kolben nach Löschfeuerart in einem besonderen Heerde bei Holzkohlen ausgezogen werden, weil das Gaarfrischen und Ausrecken zu Stäben in einem und demselben Feuer, ohne zu große Zurücksetzung der ersten Arbeit, nicht füglich geschehen kann.

5) Bei der eben erwähnten Methode hat das Eisen seine Gaare durch das Einschmelzen und Aufbrechen im Coakheerde schon größtentheils erlangt, und soll durch die Behandlung im Holzkohlenheerde nur noch reiner und vollkommener ausgefrischt werden. Diese völlige Gaare wird dem Eisen aber häufiger durch die Kapsel- oder Tiegelfrischerei im Glühofen bei Steinkohlen gegeben. Die vorhin erwähnten halbgaaren Klumpen oder Kuchen werden nämlich gesammelt, zum Theil zerstampft (zu stamp-iron gemacht) und in ovale thönerne Kapseln oder Tiegel, die etwa $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Centner fassen können, gepackt. Von diesen Kapseln werden 8 bis 10 Stück auf den Heerd eines mit Steinkohlen geheizten Glühofens gestellt, bis zur Schweißhitze geglüht, dann herausgenommen und unter den Hammer gebracht. Weil das Stampfeisen äußerst stark erhitzt, also sehr weich ist, so läßt es sich sehr gut ausschweißen, nur geht natürlich jedesmal eine Kapsel zu Grunde, wodurch der Proceß etwas vertheuert wird. Das auf diese Art im Tiegel völlig gefrischte Stampfeisen wird zu Kolben ausgeschmiedet, welche demnächst in einem zweiten Glühofen zu Stäben ausgereckt werden. Die weiter unten (7) folgende Methode hat diese Frischerei jedoch in England sehr verdrängt und sie soll nur noch sehr selten angewendet werden, weil sie kostbarer ist und schlechteres Eisen liefert, als jene. — Der zweite Theil dieses Processes stimmt übrigens gänzlich mit dem Brockenschmelzen (§. 79.) überein, wobei Abgänge von altem geschmiedetem Eisen und sonstige Abfälle von Stangeneisen zu Gute gemacht werden, welches um so mehr beweist, daß die bei Coaks gefrischten Kuchen, oder das daraus gefertigte Stampfeisen, schon den größten Theil seiner Gaare erhalten haben muß, weil das Stampfeisen ohne alle Zusätze in die Tiegel gethan, durch die äußerst starke Schweißhitze also wahrscheinlich nur Gelegenheit zur reineren Abscheidung der Schlacke und vielleicht auch zum völligen Verbrennen des Kohlenstoffs im Eisen, gegeben wird.

6) Der Frischproceß, dessen Hr. R. im §. 109. gedenkt, ist wegen seiner Kostbarkeit und wegen seines größeren Zeit- und Materialienaufwandes jetzt gänzlich abgeschafft worden, wenigstens ist mir nicht bekannt, daß er noch auf irgend einer Hütte in England ausgeübt würde. Das Granuliren hat, wie leicht einzusehen ist, den Zweck, einen Theil des Kohlenstoffs aus dem Roheisen abzuscheiden. Weil diese Abscheidung aber nur sehr unvollkommen ist, so würde auch das Frischen dieses grellen Roheisens im Tiegel schwerlich erfolgen können, wenn nicht solche Substan-

zen

die Güte gehabt, mir darüber eine ausführliche Beschreibung zukommen zu lassen, wovon ich hier einen Auszug mittheilen werde.

Herr

zen zugesetzt würden, durch welche der Kohlenstoff absorbirt werden kann, und die Gaarschlacke besitzt bekanntlich diese Eigenschaft. Das Eintränken der Eisengranalien in einer Pottaschlauge soll theils das genauere Vermengen der einzelnen Körner mit der gepulverten Gaarschlacke und mit dem Kalk möglich machen, theils soll die Pottasche mit dem Kalk als Fluß wirken und die Abscheidung der Schlacken befördern. — Es ist einleuchtend, daß diese Art der Tiegelfrischerei umständlich und kostbar seyn muß, und daß sie, weil fast gar kein Durcharbeiten des Eisens dabei statt findet, ein schlechtes Stabeisen liefert, weshalb sie auch ganz außer Gebrauch gekommen ist.

7) Die gewöhnliche, und jetzt wohl allgemein in England eingeführte Methode des Frischens, ist die in Flammöfen. Das zu verfrischende Roheisen darf aber nicht sehr kohlenstoffhaltig seyn, weil es sonst im Glühofen viel zu lange flüssig bleiben und äußerst schwer frischen würde; man darf dazu aber auch kein grelles, weiß erblasenes Roheisen anwenden, weil dieses die Unarten der Erze am wenigsten verloren hat und folglich beim Verfrischen ein wenig gutartiges Stabeisen geben würde. Durch das Granuliren das graue Roheisen abzuschrecken, oder es weiß zu machen, würde zu weitläuftig und zu zeitraubend seyn, auch würde der Zweck dadurch nicht so vollkommen, als durch das Durchlassen in einem gewöhnlichen Frischfeuer bei Coaks erreicht werden. Diese Feuer, welche Fineris genannt werden, sind unseren Frischheerden völlig ähnlich, aber mit einem sehr starken Gebläse versehen. Die Pigs werden eben so, wie vorhin (4) angeführt worden ist, eingeschmolzen; die Schlacke läuft beim Abstich mit ab und das flüssige, dem Winde stark exponirt gewesene Eisen wird in Quantitäten von 2½ bis 3 Centner in möglichst flachen Formen, die etwa 3½ Fuß lang, 1 Zoll dick oder hoch und 5 bis 6 Zoll breit sind, abgestochen, mit Wasser stark begossen, um es noch mehr abzuschrecken und dann aus den (sehr häufig eisernen) Formen herausgenommen. Zwei Arbeiter können auf diese Art wöchentlich 4 bis 500 Centner Eisen durchlassen, welches Feineisen (fine metall) heißt und einen großen Theil seines Kohlenstoffs verloren hat, weshalb es auch eine silberweiße Farbe besitzt. Das Feineisen wird in zwei Stücken zerschlagen und so zu den Rühröfen oder Luftöfen (Puddling furnaces) gebracht, welche wie die gewöhnlichen Flammöfen zum Umschmelzen des Roheisens für die Gießereien konstruirt nur kürzer sind, einen horizontalen, etwas vertieften, ungefähr 6 Fuß langen und 3 Fuß breiten Heerd von sehr fettem Sand, einen nicht zu hohen 18 Zoll im Quadrat haltenden Schornstein mit einer Klappe zum Auf- und Niederlassen, und eine enge etwa 1 Quadratfuß große Oeffnung oder Schlotte zum Schornstein haben, um die Flammen mehr im Ofen zu erhalten. Das Einsetzen des Eisens geschieht wie gewöhnlich bei den Flammöfen durch eine

Hr. Bacon legte das erste Werk zu Lowermill, vier Meilen von Whiteheaven, nicht weit von Egremont, an, und überließ es nachher mit allen Privilegien an Hrn.

eine mit einem Hebel sich aufziehende Thüre an der Seite des Heerdes, welche in der Mitte mit einer Oeffnung versehen ist, die während der Feurung mit einem Thürchen zugemacht wird. Die Feurung geschieht ebenfalls, wie bei den Flammöfen, auf einem 2 Fuß breiten und eben so langen Rost durch ein Schürloch und beschäftiget einen Arbeiter, während ein zweiter die Arbeit im Ofen versieht. Es werden jedesmal vier Stücken oder etwa 2½ Centner Feineisen eingesetzt, und sobald dasselbe nach einer halben bis ¾ Stunde in einen breyigten Zustand gekommen ist, mäßigt der Arbeiter den Strom der Flamme durch Zuklappung der Oeffnung im Schornstein, sucht die Masse durch die kleine vorhin verschlossen gewesene Oeffnung in der Einsatzthüre mit einer Brechstange zu durchschneiden und aufzubrechen, das Eisen überhaupt umzuwenden und auf dem Heerde auszubreiten. Sollte bei dieser Operation ein Stück von dem nach der Schlotte zu abschüssigen Heerde hinunter fallen, so muß der Arbeiter es mit einer Krücke wieder heraufzubringen suchen und so lange mit der Brechstange arbeiten, bis das Eisen eine weiße Farbe, die jedesmal das Kennzeichen der Gaare ist, erhalten hat. Es findet dabei eine starke Verkalkung, auch ein Aufsteigen der entstehenden Schlacke statt, die von dem, nach der Schlotte zu abschüssig konstruirten Heerd herunter gestoßen wird. Die Abscheidung der Schlacke sucht man durch aufgestreute Gaarschlacke, zuweilen auch durch Sand zu befördern; oft wird die Schmelzmasse während dem Rühren auch wohl mit Wasser begossen, und zuweilen, wenn es nöthig seyn sollte, die Oeffnung in der Einsatzthüre wieder verschlossen, die Schlotte aber geöffnet, um neue Hitze zu geben. Die Absonderung der Schlacken, oder eigentlich das Gaarwerden des Eisens, erfolgt jedesmal mit einem Geräusch, welches dem einer stark gährenden Flüssigkeit, oder vielmehr dem Geräusch beim Ausbraten des Specks ähnlich ist. Das Durcharbeiten des immer gaarer werdenden Eisens mit der Brechstange wird ununterbrochen fortgesetzt, bis der Arbeiter alles auf einen Haufen gebracht und diesen, ebenfalls mit der Brechstange, in vier, fünf bis sieben Luppen oder Klumpen abgetheilt hat. Dann wird die Oeffnung in der Einsatzthüre verschlossen und die Schlotte geöffnet, damit die Flamme über die Klumpen wegspielen und sie stark erhitzen kann. Die auf diese Weise wieder sehr weich gewordenen saftigen Klumpen werden nun einzeln mit einer Zange aus dem Ofen genommen und unter einen 50 bis 60 Centner schweren Stirnhammer (der in einer Minute etwa 150 Schläge thut und einen Hub von 10 bis 12 Zoll hat) oder unter große 100 bis 120 Centner schwere Walzen gebracht und zu Kolben (lumps oder blooms) von ½ bis ¾ Ct. schwer ausgereckt. Weil die Lumps sehr saftig sind, so sprützt die Schlacke ungemein umher, weshalb die Arbeiter auch ganz in Leder gekleidet sind und Kappen vor dem Gesicht tragen, die

Pp

Hrn. Woods, der die Anlage erweiterte und 6 neue Oefen auf dem Eisenhüttenwerk zu Marthar hinzufügte. Das Verfrischen des Roheisens oder die Umwand-

die mit Glasscheiben für die Augen versehen sind. Alle vier bis sieben Luppen werden auf diese Weise in einer Zeit von einer kleinen viertel Stunde hinter einander zu Lumps verarbeitet. Die ganze Arbeit, vom Einsetzen des Feineisens bis zum Herausnehmen der ersten Luppe dauert aber etwa [illegible] Stunden, so daß in einer Zeit von 2 Stunden der ganze Proceß bis zur Bereitung der Lumps beendigt ist. Die Puddlingöfen werden aufs neue mit Feineisen besetzt und die Procedur der Lumpsbereitung geht von vorne an. Ein Hammer oder ein Walzwerk kann 6, 8 auch wohl 12 Oefen vorstehen und die Arbeiter müssen sich dann so einrichten, daß immer ein Ofen auf den anderen folgt und daß der erste Ofen den ersten Lump giebt, wenn der letzte seine Manipulation eben von vorne anfangen will. Ein einziger Ofen kann wöchentlich sehr bequem 150 bis 160 Ct. Lumps liefern, wobei sich vier Mann, nämlich immer 2 und 2 in zwölfstündigen Schichten abwechseln, welches auch bei den vier Hammerschmieden, welche die Arbeit unter dem Hammer oder beim Walzwerk verrichten, der Fall ist. Die Köhlen, welche zur Feurung in den Puddlingöfen gebraucht werden, müssen aber sehr bituminös seyn, damit sie eine starke heftige Flamme geben können. Die erhaltenen Kolben oder Lumps sind ganz gaares, durch die starke Hitze, durch den Luftstrom und durch das fleißige Durcharbeiten völlig geschmeidig gemachtes Eisen, welches auf die gewöhnliche Art in Glühöfen (Blowing furnaces) bei Steinkohlen erhitzt und zu Stäben ausgereckt wird. Diese Glüh- oder Wärmöfen sind eben so wie die Rühröfen konstruirt, und beschäftigen ebenfalls 2 Menschen, den Heitzer und den Schürer. Auf drei Rühröfen pflegt man gewöhnlich einen Glühofen zu rechnen, vorausgesetzt, daß das Ausrecken der Lumps nicht unter dem Hammer, sondern unter einem Walzwerk geschieht welches auch bei Anlagen dieser Art allgemein eingeführt ist. Wenn die Kolben stark roth- oder fast weißglühend sind (mehrentheils kommen sie noch braunroth von den Rühröfen oder eigentlich von deren Hammer oder Walzwerk, so daß ihre erste Hitze in den Glühöfen noch mit benutzt werden kann) werden sie aus dem Ofen genommen und zuerst zwischen den Ausschnitten der Walzen gebracht, die mit der anfänglichen Stärke der Lumps am mehrsten übereinstimmen; dann kommen sie unter immer schwächere und schwächere Rinnen oder Ausschnitte, bis sie endlich diejenige Stärke erlangt haben, welche die fertigen Stäbe erhalten sollen. Diese gewalzten Stäbe sind zwar ganz gleich, allein sie sind zuweilen etwas schief und haben auch viel Glühspan, der sie unansehnlich macht. Deshalb werden sie noch einmal in langen niedrigen Oefen (welche zwei Feurungen nach der Richtung der Länge haben, so daß die Flamme quer über den Heerd zieht) bis zur braunrothen Hitze geglüht. Ein Arbeiter verrichtet dieses Ausglühen, wobei jedesmal 10 bis 12 Stäbe zusammen in den Ofen gebracht werden, und ein zweiter besorgt

wandlung desselben in geschmeidiges Eisen, welches sonst gewöhnlich in offenen Heerden bei Holzkohlen geschieht, muß hier in verschlossenen Gefäßen oder in Tiegeln, um die schädliche Einwirkung der Steinkohlen auf das Eisen zu verhindern, verrichtet werden. Die Tiegel werden aus dem feuerfestesten Thon, oder aus der feuerbeständigsten Masse, die man nur erhalten kann, zubereitet, und haben eine verschiedene Größe. Die größten sind zwei Fuß hoch, haben einen Fuß im Durchmesser und sind 4 Zoll stark, die kleinsten sind 9 bis 10 Zoll hoch, 3 Zoll stark und haben 5 Zoll im Durchmesser. Die Bereitungsart der Tiegel übergehe ich hier. Die Windöfen, welche zum Schmelzen gebraucht und dort Flourishing furnaces genannt werden, kommen in sehr vielen Stücken mit denjenigen Flammöfen oder Reverberiröfen überein, in denen das Roheisen bei Steinkohlen für die Gießereien eingeschmolzen wird. Außerdem hat man noch andere Oefen, die sogenannten Ball furnaces, die eben so konstruirt, aber nur etwas kleiner sind, und bloß

besorgt das Richten unter dem Stirnhammer, so wie das Abschneiden der rohen Erden unter einer großen Wasserscheere, wodurch die Stäbe ein schönes gehobeltes Ansehen erhalten.

Man rechnet, daß 20 Ctn. Roheisen bei dieser Frischmethode etwa 13 Ctn. Stabeisen geben, und daß 1 Ctn Stabeisen 7 bis 9 Berliner Scheffel Steinkohlen erfordert. Der Eisenabgang und die Kohlenconsumtion sind daher sehr groß, und aus der Beschreibung des Verfahrens geht hervor, daß die ersten Anlagekosten zu einer solchen Frischhütte nicht unbedeutend sind. Diese Frischmethode kann daher — gute und wohlfeile Steinkohlen, so wie gewandte Arbeiter und eine fehlerlose Maschinerie vorausgesetzt — nur dann mit Vortheil angewendet werden, wenn sie sehr im Großen betrieben wird, um die General- und Baukosten durch die Größe der Produktion zu decken. Dies geschieht in England, wo auf einem einzigen Hüttenwerke jährlich 50, 60 bis 100tausend Centner Stabeisen producirt werden.

Wo man zwar noch Holzkohlen erhalten kann, aber doch schon hohe Preise dafür zahlen muß, wo aber übrigens gutes Roheisen und gute Steinkohlen wohlfeil zu haben sind, da würde man wahrscheinlich diesen Frischproceß sehr vortheilhaft modificiren können, wenn man das Stabeisen zwar im Ofen frischt, aber die Lumps nach Löschfeuerart im Frischheerde bei Hohlkohlen ausreckt und tüchtig ausschweißt, weil die Güte des Stabeisens dadurch unstreitig sehr gewinnen muß.

bloß dazu dienen, die Eisenkörner, die beim ersten Schmelzen nicht frischen wollten, noch einmal umzuschmelzen.

Das Roheisen, welches diesem Schmelzproceß unterworfen werden soll, muß zuerst gekörnt oder granulirt werden, welches gleich bei dem Hohenofen zu Marthar in Glamorganshire geschieht. Der dortige Hohenofen wird mit Coaks oder abgeschwefelten Steinkohlen betrieben. Das Roheisen gehört zu der halbirten Gattung; bei uns in Schweden würde man es Aschenrandeisen nennen; es ist ganz mürbe und ohne Festigkeit, aus blutsteinartigen Erzen erblasen. Beim Granuliren wird das flüssige Roheisen in eine Rinne von Gußeisen geleitet, an deren unterem Ende sich ein Loch von ½ Zoll im Durchmesser befindet, durch welches das Eisen, wie durch ein Sieb, 8 Fuß tief auf eine hölzerne Walze von 18 Zoll im Durchmesser fällt, welche 3 Zoll hoch mit Wasser bedeckt ist und durch eine Kurbel mit der Hand umgedreht wird. Jeder einzelne herabfallende Eisentropfen prellt gegen die Walze an und wird dadurch in viele kleine Körner zertheilt, die durch das Härten im Wasser so spröde werden, daß man sie nöthigenfalls unter einer Stampfe oder in einem Pochwerke noch mehr zertheilen kann, vorzüglich da alles bei Coaks erblasene Roheisen sehr weich und spröde ist. Die Granalien sammeln sich in einer hölzernen Kiste unter dem Wasser, welche von Zeit zu Zeit leer gemacht wird.

Wenn der Schmelzproceß angehen soll, werden zu einer Tonne Roheisengranalien, 1½ Centner oder 168 Pfund fein gesiebte und gewaschene Gaarschlacke aus dem Reckheerd abgewogen, und dieser Schlacke setzt man dann gewöhnlich 5 kleine Schüsseln voll fein gepulvertem Kalk zu. Das Granulireisen, welches unterdeß in einer Lauge von Kelpasche (die eine Art von Pottasche ist) gelegen hat, und darin gewissermaßen gebeitzt worden ist, wird dann aus dieser Lauge genommen und mit

dem Gemenge von Schlacke und Kalk auf dem Beschickungsboden gehörig durchgearbeitet. Mit dieser Beschickung werden alsdann etwa 26 von den größten Tiegeln, von denen ein jeder 93 Pfund enthält, angefüllt, mit einem Deckel wohl verschlossen, verklebt und mit großen Zangen in den größeren Ofen, oder in den Flourishing furnace eingesetzt. Wenn der Ofen einen guten Zug hat und ganz neu ist, kann das Eisen bei einer sehr starken Hitze höchstens in einer Zeit von 3½ bis 4 Stunden zu einem Klumpen zusammengeschmolzen seyn, welches man bei einiger Uebung an der Farbe der Tiegel in dem Ofen erkennt. Glaubt der Schmelzer, daß der rechte Zeitpunkt gekommen ist, so wird der Tiegel herausgenommen, geöffnet, zerschlagen und ausgeleert, und man findet das Schmelzstück dann (wenn alles gut gegangen ist) als einen Klumpen, der einer gewöhnlichen Luppe gleicht, mit einer dünnflüssigen Schlacke umgeben, welche nach dem Erstarren pechschwarz und der schönsten glasigen Lava von der Insel Ascension ähnlich ist. Das Schmelz- oder Frischstück pflegt gewöhnlich 80 Pfund zu wiegen; es wird sogleich zusammengeschlagen und an den Reckheerd abgeliefert, der eben so, wie der dazu gehörige Hammer, auf die gewöhnliche Art eingerichtet ist.

Wenn sich beim Oeffnen des einen oder des andern Tiegels finden sollte, daß die Schmelzung mißglückt und daß das Eisen darin noch körnig, also nicht gefrischt und zusammengeflossen enthalten ist, so bringt man die zerstreuten Körner oder die einzelnen Brocken in die kleineren Tiegel und setzt diese in den Ball furnace, oder in den kleinern Ofen, damit sie zu größeren Stücken zusammenschmelzen können. — Nach den Versuchen, die der Herr Quist selbst angestellt hat, soll das zubereitete Eisen beim Ausschmieden und Recken in einer schwachen Rothglühhitze immer schiefrig bleiben; in der Weißglühhitze läßt es sich zwar recht gut unter dem Ham-

Hammer behandeln, und ohne Umstände zu Hufeisen u. s. f. verarbeiten; allein des guten Ansehens und selbst der Eigenschaft, daß es sich etwas biegen läßt, ungeachtet, ist es, wie man zu sagen pflegt, kurzadrig oder kurzsehnig und bricht leicht ab.

§. 110. Erklärung einiger beim Frischproceß üblicher Benennungen.

Um mit den bei dem Frischproceß in Schweden üblichen und in diesem Werk gebrauchten Kunstwörtern keinen falschen Begriff zu verbinden, und um die Eigenschaften der verschiedenen Schlacken näher kennen zu lernen, scheinen mir folgende kurze Bemerkungen nothwendig zu seyn.

1. **Halbgaares Eisen** oder **Frischeisen** (Färskjärn) ist dasjenige Eisen, welches in der Schmelzhitze entweder unmittelbar aus den Erzen, oder aus dem Roheisen, aus einer flüssigen Gestalt in eine zähe übergegangen ist und schon einige Geschmeidigkeit erhalten hat, obgleich es eigentlich nur ein unförmlicher zusammengebackener löcheriger und mit Schlacke durchgedrungener Klumpen ist. Der Proceß, durch den solches Frischeisen erhalten wird, heißt der Frischproceß.

2. Man sagt: es geht **gaar** oder **frisch** (färskt) im Heerd, wenn das Roheisen schnell seine Flüssigkeit verliert und sich zu halbgaarem Eisen zusammensetzt oder zusammenbackt.

a. **Zu gaar** (Förfärskt) geht es, wenn das Zusammenbacken zu schnell und früher geschieht, als der Frischer es wünscht, weil er dann nicht so viel Roheisen einschmelzen kann, als er wohl möchte, welches besonders bei der deutschen Frischfeuerarbeit sehr unangenehm ist. Alles Roheisen, welches im Hohenofen nicht Phlogiston genug aufnehmen konnte, das grelle Roheisen also, oder dasjenige, welches bei einem zu starken Erzsatz im Verhältniß zu den Kohlen erblasen ist, ferner das Roheisen,

wel-

welches schon etwas Phlogiston verloren hat, z. B. alte verbrannte Eisenplatten, vorzüglich die alten ausgebrannten Frischboden und Frischzacken, verursachen einen solchen zu gaaren Gang. Weil es nämlich wenig Phlogiston enthält, so nähert es sich schon an sich dem geschmeidigen Eisen und ist daher nicht allein sehr strengflüssig, sondern frischt auch schneller, als der Arbeiter in den deutschen Feuern mit dem Ausschmieden fertig werden kann. Es ist indeß wohl zu merken, daß dasjenige Roheisen, welches bei dem deutschen Frischproceß, wobei das Eisen zweimal in den Heerd eingehen muß, zu gaarschmelzend seyn würde (z. B. das grelle Roheisen), bei einem andern Frischproceß, z. B. bei der Wallonenschmiede, da das Eisen schnell und zwar schon beim ersten Eingehen gaar werden und kleine Luppen bilden muß, gerade den rechten und erwünschten Gang haben kann.

b. **Gehöriggaar** (Lagom färsk) ist der Gang im Feuer, wenn das Roheisen erst nach dem Einschmelzen so weit ist, daß der Frischer durch das Arbeiten mit der Brechstange im Heerd zu Hülfe kommen kann, um es zu kleinen Klumpen zusammenbacken zu lassen, die mit einer hellen Farbe in der Schlacke zum Vorschein kommen und sich mit einer Art von Aufbrausen (**Kochen**) zu halbgaaren Eisenklumpen bilden. Das etwas gaare, aber gutartige Roheisen, und auch das halbirte Roheisen, welches einen hellgrauen oder einen weiß und grau gesprenkelten Bruch hat, verursacht einen solchen gehörig gaaren Gang im Feuer, wozu man aber auch durch einen zweckmäßigen Feuerbau und durch die Direktion des Windes, wie wir weiter unten sehen werden, viel beitragen kann.

3. Ein **roher, scharfer, zährender** oder **schneidender** Gang ist das Gegentheil von einem zu gaaren Gange; das Roheisen bleibt dabei nämlich im Heerde zu flüssig und will nicht frischen oder kochen. Gewöhnlich rührt dieser Gang von dem zu gaaren, bei zu wenigem

nigem Erz im Verhältniß gegen die Kohlen im Hohenofen erzeugten Roheisen her, welches zu viel Brennbares (wodurch es zu dünnflüssig wird und wovon es nur durch viele Arbeit und in längerer Zeit befreit werden kann) aufgenommen hat. Es ist aber auch möglich, daß die Ursache dieses Ganges in den Erzen liegt, wenn sie z. B. viel Braunstein oder Mangan enthalten. Dieses Metall zieht nämlich das Brennbare mit großer Begierde an und verhindert dadurch in seiner Verbindung mit dem Roheisen das Frischen desselben. Diesem Uebel läßt sich zuweilen nicht anders als dadurch abhelfen, daß das Roheisen wie das Gaarkupfer in dünne Scheiben gerissen wird, aus denen man den Braunstein und das überflüssige Phlogiston durch starkes Rösten oder Glühen verjagen muß. Die Hitze wirkt dabei auf einer größeren Oberfläche, als beim Schmelzen und das Eisen kann sich daher dem gefrischten Zustande etwas nähern, ehe es in den Heerd gebracht und dem Frischproceß unterworfen wird. Man wendet dieses Verfahren besonders bei Roheisen aus weißen und schwarzen braunsteinhaltigen Erzen an.

4. Das **Kochen im Heerde** nennt man diejenige gemeinschaftliche Wirkung der Hitze und des Gebläses, durch welche die geschmolzenen Schlacken und die darin zertheilten Eisenbrocken gleichsam zum Aufschäumen oder Aufbrausen gebracht werden. Dieses Kochen tritt zu derselben Zeit ein, wenn das Roheisen zu frischen oder in den halbgaaren Zustand überzugehen anfängt, und der Frischer befördert es durch das Arbeiten mit der Brechstange in der Schlacke, die während dem Einschmelzen des Roheisens und dem Ausschmieden des Stabeisens vom vorigen Deul, fast ganz ruhig im Heerde gestanden hat. Ich habe oben schon gezeigt, wie leicht das metallische Eisen sein Phlogiston verliert, und mit welcher Begierde dagegen der Eisenkalk das Brennbare anzieht, um sich zu reduciren, und daraus kann man sich,

glau-

glaube ich, die Erscheinung des Kochens erklären. Das Kochen ist nämlich eine Art von Aufbrausen, das durch Auflösung veranlaßt wird, indem die beim Einschmelzen durch das Verbrennen des Eisens entstandene Schlacke aus dem niederschmelzenden Roheisen möglichst viel Brennbares anzieht, welche Verbindung durch das Arbeiten im Heerde und durch den Windstrom, der die Schlacke bestreicht, befördert wird. Die Eisenbrocken, welche zuerst eine rothe Roheisenfarbe hatten, werden in sehr kurzer Zeit immer mehr und mehr weiß, und kommen dann zuletzt in Schweißhitze, wodurch sie sich immer mehr und mehr verbinden und zuletzt einen einzigen Klump bilden.

5. Die **Schlacke**, welche im Frischfeuer entsteht, besteht theils aus verbranntem Eisen, theils aus Kohlenasche und aus den zufällig an dem Roheisen oder an den Kohlen hängenden Unreinigkeiten, Sand, Erde u. s. f. Nach dem Verhältniß dieser Bestandtheile und nach der Periode, in welcher sie beim Frischproceß zum Vorschein kommt, erhält sie von den Frischarbeitern verschiedene Namen.

a. **Rohschlacke** oder **rohe Frischschlacke** (Rålack) entsteht beim ersten Einschmelzen des Roheisens, wenn es noch roh ist. Diese Schlacke ist mehrentheils schwarzgrau, löcherig, glänzend und leicht, und hat oft schwarze Eisenschlacke eingeschlossen. Sie hat im flüssigen Zustande eine blutrothe Farbe, entsteht besonders sehr häufig bei dem gaaren Roheisen, **und trägt zum schnelleren Frischen nicht allein nichts bei, sondern hält vielmehr das Roheisen flüssig**, welches ohne Zweifel daher rührt, weil sie größtentheils aus geschmolzener Kohlenasche und aus glasartigen Substanzen besteht, die keine Anziehung zum Phlogiston des Eisens haben, sondern die Verdampfung desselben noch vielmehr verhindern. — Von der Salpetersäure wird sie in der Wärme zum Theil aufgelöst, und bildet dann nach dem

Erkal-

Erkalten eine Art von Gallerte, welche auf ihre Bestandtheile, nämlich auf Holzasche und Kieselerde hinzudeuten scheint. Im Königswasser löste sich ein Stück Rohschlacke ohne Wärme und ohne Entstehung einer Gallerte auf, und Alkali schlug das Eisen aus dieser Auflösung als einen gelben Ocker nieder. Der Rückstand war eine graue kieselartige Erde. Durch das Rösten oder Kalciniren auf einem Scherben ward sie schwärzer, nahm $3\frac{1}{2}$ Procent am Gewicht zu, und ward sehr schwach vom Magnet gezogen. Durch Vitriolsäure zog ich viel Kalk und etwas Braunstein, aber kaum eine Spur von Alkali aus. Der Eisengehalt der Rohschlacke ist sehr verschieden, gewöhnlich 18 bis 20 Procent.

b. **Gaare Frischschlacke, Gaarschlacke** (Färskslagg) oder **Kochschlacke** entsteht im Heerde, wenn das Eisen zu frischen anfängt, besonders dann, wenn es beim Kochen eine lichtere und weiße Farbe und eine zähere Konsistenz erhält. Diese Schlacke befördert das Frischen, wie ich schon vorhin (4) beim Kochen des Eisens angeführt habe, und deshalb wird sie auch zu diesem Zweck im Heerde wieder mit aufgegeben. Eine solche schwarze, schwere, dichte und glasige Gaarschlacke von Noberger Roheisen löste sich in Salpetersäure zum Theil auf und gelatinirte auch, jedoch nicht so stark, als die Rohschlacke. Durch das Rösten auf dem Scherben ward sie um 5 Procent schwerer, welches einen metallischen Eisengehalt anzeigt. Vom Magnet ward sie übrigens vor und nach der Kalcination angezogen. In einem Tiegel vor dem Gebläse schmolz sie in 6 Minuten zu einem schwarzen löcherigen Glase. — Ein Stück graues gaares Roheisen, welches mit dieser Schlacke zugleich geschmolzen ward, verwandelte sich in grelles weißes Roheisen, welches sich dem gefrischten Zustande schon näherte; ein offenbarer Beweis, daß das verbrannte und zerstörte Eisen, oder die Eisenschlacke und der Eisenkalk, der beste Zusatz sind, um das Roheisen geschmeidig zu machen.

Zur genaueren Ausmittelung der Bestandtheile dieser Schlacken löste ich 10 Pfund davon in der Siedehitze in Vitriolsäure auf. Der unaufgelöste Rückstand hatte sich als ein weißer Schlamm am Glase angelegt und bestand bei genauerer Untersuchung aus Kieselerde, die 10 Procent von der zur Analyse genommenen Schlacke betrug. Einen Theil der Auflösung schlug ich mit Blutlauge zu Berlinerblau nieder, wodurch ich bei einer sehr genauen Berechnung fand, daß die Schlacke, mit Inbegriff des Gehalts an Braunstein, 50 Procent Eisen enthielt, obgleich ich durch die Tiegelprobe aus dieser Schlacke kein größeres Eisenkorn, als von 45 Procent, erhalten konnte. Den zweiten Theil der Auflösung ließ ich verdampfen und zu Krystallen anschießen, da dann zuerst kleine Gipskrystalle und hernach Braunstein- und Eisenvitriol anschossen. Außer diesen erhielt ich aber noch einige kleine, durchsichtige, spathartige Schuppen von einem andern Salz, welches sich auf der Zunge nicht auflöste, geschmacklos war, und selbst im siedenden Wasser nicht aufgelöst werden konnte, aber vor dem Blaserohr, auf einer Kohle, sehr leicht zu einer klaren Glasperle floß, die durchaus keine dunkle, schaumige oder ungleiche Stellen hatte. Diese Glasperle schmolz mit Alkali nicht zusammen, zeigte indeß durch Glühen mit Kohlenstaub durchaus nichts metallisches, aber mit geröstetem Flußspath schmolz sie leicht zu einer schwarzen Schlacke, die vom Magnet gezogen ward *). — Der letzte Rückstand von der abgedampften Auflösung gab auf glühenden Kohlen einen hepatischen Geruch, der die Anwesenheit des Alkali zu erkennen gab, wovon man sich auch überzeugen konnte, wenn die Schlacke mit Wasser gekocht ward, indem das Wasser dann mit Säuren aufbrauste, und das Lakmuspapier noch dunkler blau färbte.

Es

*) Alle die angegebenen Erscheinungen lassen auf Phosphorsäure schließen.

Es geht aus diesem Versuch hervor, daß die Gaarschlacke ungefehr zur Hälfte aus Eisen und zur Hälfte aus andern Substanzen, nämlich aus etwas Braunstein oder Mangan (welches sich leichter verschlackt, als das Eisen), ferner aus Kieselerde, Alkali und Kalk, und außerdem noch aus dem Bestandtheil, der das oben genannte schuppige Salz bildet, dessen Natur und Eigenschaften ich hier nicht auseinandersetzen und bestimmen kann, besteht. Diese Bestandtheile kommen sämmtlich aus der Asche der verbrannten Kohlen und aus dem Eisen, und daher ist es einleuchtend, daß die Schlacke leichtflüssig seyn muß. — Die Gaarschlacke entzieht übrigens dem Roheisen, nicht allein wegen ihrer eigenen Anziehung zum Phlogiston, sondern auch durch ihren Braunsteingehalt, der ein wahrer Magnet für das Phlogiston ist, das Brennbare und befördert dadurch in doppelter Rücksicht das Frischen des Roheisens.

c. **Hammerstockschlacke** oder **Stockschlacke** ist diejenige Schlacke, welche beim Zängen des Deuls, beim Zerhauen desselben und beim Ausschmieden der Schirbel und Kolben abfällt; sie enthält zufällig kleine Eisenbrocken und wird sorgfältig gesammelt, um sie zur Beförderung der Frischarbeit wieder in den Heerd zu bringen. Sie ist übrigens eben das, was man in den kleinen Schmiedefeuern **Glühspan** oder **Schmiedesinter** nennt, denn sie besteht eigentlich durchaus nur aus verbranntem Eisen. Vom Magnet wird sie stark gezogen und giebt bei der Tiegelprobe ein Roheisenkorn von 74 Procent. In der Vitriolsäure löst sie sich mit Heftigkeit auf und giebt mit derselben einen gewöhnlichen Eisenvitriol; gelatinirt aber weder mit der Schwefel- noch mit der Salpetersäure. Die Auflösung läßt einen schwarzgrauen, leichten und pulverartigen Rückstand zurück, der durch die Kalcination eine schöne rothe Farbe giebt und eine sehr starke Hitze zum Schmelzen erfordert. — Diese Schlacke hat daher ganz andere Eigenschaf-

schaften, als die oben genannten Frischschlacken, denn sie dient mehr dazu, das Frischen des flüssigen Roheisens zu befördern, als die Stelle eines Flusses zu vertreten und eine dünnflüssigere Schlacke zu erhalten, wozu die Eisenfrischschlacken wegen der beigemischten leichtflüssigen Holzasche weit bessere Dienste leisten.

§. 111. Bemerkungen über die Bereitung des Stabeisens im Heerde.

Wir haben jetzt gesehen, wie man geschmeidiges Eisen durch verschiedene Behandlung, sowohl unmittelbar aus den Erzen, als auch aus dem spröden Roheisen erhalten kann. Bei einer so wichtigen Sache scheint es der Mühe werth zu seyn, einige allgemeine Betrachtungen über die Gründe und Regeln anzustellen, welche die Erfahrung bei jenen Processen an die Hand gegeben hat. Deshalb ist es nothwendig, die nächsten und unwiderleglichen Bestandtheile der Erze, des Roheisens und des Stabeisens so genau als möglich zu kennen, und zu sehen, wie die Behandlungsart darnach abgeändert und so eingerichtet werden muß, daß man das Stabeisen in der größten Güte und Vollkommenheit und mit dem geringsten Verlust oder Abbrand darstellen kann.

1. In Rücksicht der Eisenerze kann ich hier nur bemerken, daß sie aus einer mehr oder weniger metallischen Eisenerde bestehen, die theils mit mehreren und verschiedenartigen Erd- und Bergarten, theils mit flüchtigen Mineralien vermischt ist, welche erst durch das Feuer aufgelöst oder verflüchtiget werden müssen, ehe die Eisenerde so viel Brennbares aus den Kohlen und aus der Feuermaterie anziehen kann, als zu ihrer Reduktion, oder zur Verwandlung in ein geschmeidiges Metall, welches sich durch die Bearbeitung im Heerde zu einem Klump ansammelt, dessen Theile durch den Hammer näher vereiniget werden müssen, erforderlich ist. Die Schmelz-

Schmelzhitze muß daher nicht größer seyn, als nöthig ist, um die fremden Bestandtheile in einen dünnen Fluß zu bringen, wozu derjenige Theil des Eisens, welches in die Schlacke übergeht, sehr viel beiträgt. Die Theile des halbgaaren Eisens können sich dabei mit einander zu einer zähen Masse vereinigen und von der Schlacke gehörig absondern. Zur Erreichung dieses Zweckes braucht man weder eine so starke Hitze, noch so große Oefen, noch so viele Kohlen, als wenn das Metall mehr Phlogiston aufnehmen und in Gestalt des flüssigen Roheisens dargestellt werden soll *).

Es ist merkwürdig, daß das ockerartige Wiesenerz, woraus man im Hohenofen gewöhnlich kaltbrüchiges Eisen erhält, ein besseres Eisen giebt, wenn es in den Dalekarlischen Blase- oder Bauer-Oefen, in denen man mit trocknem Fichtenholz schmelzt, verarbeitet wird **). Sollte sich die in dem halbverkohlten Holz befindliche Holzsäure nicht mit dem Eisen verbinden und dadurch zum Frischen desselben sowohl, als auch dazu beitragen, daß das Eisen weicher und zäher wird? Es ist wenigstens eine bekannte Erfahrung, daß brandige Kohlen ein an sich gutes und ziemlich zähes Eisen im Frischheerde und in der Schmiedeesse (wenn ich so sagen darf) zu zähe oder rothbrüchig machen. Auch vergleiche man hiermit die Versuche über die Wirkung der Säuren auf das in der Schmelzhitze befindliche Eisen.

Anders verhält es sich mit den berg- und blutsteinartigen Erzen, aus denen man in den Rennfeuerheerden mit reinen Kohlen ein geschmeidiges Eisen erhält. Diese Erscheinung kann nicht auffallend seyn, weil den Erzen, um in dem Zustande als geschmeidiges Eisen erscheinen zu können, weiter nichts als das Phlogiston abgeht, welches jedes Eisentheilchen anzuziehen Gelegenheit hat, sobald es sich in der Hitze nur von der Bergart trennt.

Aus

*) Vergl. §. 88. Anm.
**) Vergl. §. 92. Anm. 3.

Aus den Versuchen im Kleinen über die Reduktion der Eisenerze und Eisenkalke in einer minder starken Hitze und ohne Schmelzen im Tiegel, aber mit einem Zusatz von brennbaren, im Feuer ausdaurenden Substanzen (§. 65.) ist es bekannt, daß das Eisen erst eine Art von Geschmeidigkeit und Zähigkeit erlangt, und daß es nicht eher flüssig wird, als wenn der Hitzgrad, bei einem Zusatz von Kohlenstaub, aufs Höchste verstärkt wird. Bei einem mit Erz stark übersetzten Ofen fand man an einem ungeschmolzenen Stück Erz, welches durch den ganzen Hohenofenschacht gegangen war, ein Stück reducirtes Eisen (§. 88.), welches geschmeidige Zacken bildete. Es wird hierdurch sehr wahrscheinlich, daß alles Eisen in dem ersten Grade der Reduktion wirklich in geschmeidiger Gestalt erscheint, daß es dann durch die Verstärkung der Hitze und durch die Aufnahme von mehrerem Brennbaren stuffenweise wieder vom geschmeidigen und weichen Eisen in Stahl und vom Stahl in Roheisen übergeht und dann flüssig wird *). In diesem Hitzgrade muß sich auch die bei der ersten Reduktion nothwendig entstehende schwarze Eisenschlacke wieder zu Roheisen umändern, welches dann durch die glasige und reine Schlacke von den Bergarten der Erze und der Zuschläge gegen das weitere Verbrennen geschützt wird.

Beim Frischproceß scheint gerade das Gegentheil der eben gedachten Erscheinungen zu erfolgen. Das Roheisen muß nämlich durch die Verjagung des überflüssigen Phlogiston **) zuerst hartes Eisen oder Stahl werden und sich dann in dem Verhältniß, als es von der Feuer-

*) Die Ursachen, warum das aus den Erzen ausgebrachte Eisen nicht immer als Roheisen erscheint, sind entweder Mangel an Kohlenstoff, oder die Wirkung des Sauerstoffs aus der Gebläseluft auf das ausgebrachte Eisen. Ersteres ist der Fall bei der Reduktion der Erze in verschlossenen Tiegeln, indem das schon erzeugte Roheisen seinen Kohlenstoff abtreten mußte, um das übrige vorhandene Erz zu reduciren, und die letzte Ursache zeigt sich in den Luppen- oder Zerrennheerden wirksam.

**) Kohlenstoff.

Feuermaterie stärker durchdrungen wird, mehr und mehr in weiches und geschmeidiges Eisen verwandeln, welches desto weicher wird, je mehr die Hitze zunimmt und je stärker der Abbrand ist; bis es sich endlich durch den zu großen Verlust an Phlogiston *) wieder zersetzt, spröde und zuletzt zur Schlacke wird, in welchem Zustand man es als eine Art von Erz, oder als zu seinem ersten Zustand zurückgekehrt ansehen kann. Soll es in dieser Zustand seine metallische Gestalt wieder erhalten, so muß es durch den Hohenofen gehen, oder in den Zerrennfeuern bearbeitet werden.

2. Das Roheisen ist der nächste Grundbestandtheil des geschmeidigen Eisens, den man kennen muß, und wovon ich in der 10ten Abtheilung noch ganz besonders reden werde. Nach allen bis jetzt bekannten und an mehreren Stellen dieses Werkes mitgetheilten Versuchen und Erfahrungen ist es entschieden, daß das Roheisen alle Grundtheile des reinen vollkommenen Metalles ohne Ausnahme enthält, daß die Ungeschmeidigkeit desselben vorzüglich nur von dem Ueberfluß des brennbaren Wesens herrührt, wodurch das Eisen eine Art von Rohstein wird, daß es folglich in den Zustand der Geschmeidigkeit übergehen muß, sobald es einen gewissen Theil von diesem Brennbaren verliert, und daß die Verschiedenheit der Roheisenarten nur von den verschiedenen Quantitäten Phlogiston abhängt, welches sie enthalten. — Ich will zugeben, daß sich in den Poren des Roheisens zufällig einige fremdartige unmetallische Erden eingeschlossen befinden können, deren Quantität nach der Verschiedenheit der Umstände, nämlich nach der Beschaffenheit der Erze, nach ihrem Verhalten im Hohenofen u. s. f., ebenfalls sehr verschieden seyn kann; ich will ferner einräumen, daß zuweilen zufällig eine mineralische Säure oder ein anderes Metall in geringer Quantität mit dem Eisen verbunden ist; allein diese eingemisch-

*) Durch die Aufnahme von Sauerstoff.

mischten fremdartigen Substanzen sind doch immer nur in sehr geringer Menge und in einem sehr unbeständigen Verhältniß vorhanden, so daß sich der ganze Proceß der Verwandlung des Roheisens in geschmeidiges Eisen zuletzt doch nur darauf beschränkt, das überflüssige Phlogiston zu vertreiben, und zu bewirken, daß nur so viel davon zurück bleibt, als das Eisen nothwendig bedarf, um sich in dem Zustand der Geschmeidigkeit zu befinden, bei welcher Gelegenheit sich dann auch die fremdartigen Substanzen beim Schmelz- oder Frischproceß von selbst vom Eisen abscheiden *).

So wie man also den Erzen in den Blaseöfen und in den Rennfeuern das zu ihrer Reduktion erforderliche Phlogiston mitzutheilen sucht, so muß man beim Frischfeuerproceß umgekehrt das grobe und überflüssige Phlogiston abzuscheiden bemüht seyn. Wie das zu bewirken ist, davon habe ich oben schon im Allgemeinen gesprochen; hier will ich die vorzüglichsten Sätze, worauf die Kunst des Frischers beruhet, kurz angeben. Es ist aber nöthig, erst die Materialien, nämlich das Roheisen, die Kohlen und die Zuschläge etwas genauer kennen zu lernen.

A. In der 10. Abtheilung werde ich zeigen, daß es sehr viele Varietäten von Roheisen giebt, wenn man das ungeartete mit hinzurechnet. Von dem gutartigen Roheisen braucht der Frischarbeiter aber nur folgende, im

*) So sollte es eigentlich seyn, wenn der Hohenofenproceß schon den Grad der Vollkommenheit erreicht hätte, daß sich ein Roheisen von dem andern nur durch den größeren oder geringeren Gehalt an Kohlenstoff unterschiede. Leider giebt es aber noch viel Roheisen, woraus kein gutes Stabeisen gefrischt werden kann, sondern woraus man ein rothbrüchiges oder kaltbrüchiges, oder mit beiden Fehlern zugleich versehenes Stabeisen erhält, statt daß aus anderen Roheisen, selbst bei einem verwahrloseten Frischproceß, gutes Stabeisen erfolgt. Erst dann, wenn der Hohenofenmeister aus allen Erzen ein gleich gutes Roheisen darzustellen vermag, wird sich der Frischproceß auf nichts weiter, als auf die Abscheidung des Kohlenstoffs aus dem Roheisen erstrecken dürfen.

im vorigen Paragraph schon genannte drei Arten genau zu kennen.

a. Gaares Roheisen. Es ist im Bruch schwarzgrau und verträgt noch einen stärkeren Erzsatz im Hohenofen.

b. Halbirtes Roheisen. Die Kohlengichten haben gerade den gehörigen Erzsatz; es ist entweder lichtgrau oder es hat schwarze Flecken auf einem weißen Grunde.

c. Grelles Roheisen. Dies ist bei dem stärksten Erzsatz, den die Kohlen nur immer zu tragen vermögen, erblasen.

Das Verhalten dieser Roheisenarten beim Schmelzen habe ich schon bemerklich gemacht, und auf den Grund dieses Verhaltens muß der Frischer seinen Feuerbau und seine Arbeit im Heerde so einzurichten suchen, daß alle Roheisenarten ein gleich gutes Stabeisen geben, und daß auch in jedem Fall gleiche Vortheile daraus entspringen *). — Wenn der Frischer für den Materialaufwand verantwortlich ist, und die über das festgesetzte Princip verbrauchten Kohlen und Roheisen bezahlen muß, hat er um so mehr Ursache, auf Ersparungen bedacht zu seyn. Die Frischarbeiter in den deutschen Feuern wissen es aus Erfahrung, daß das gaare Roheisen weniger Abbrand erleidet, oder daß sie dabei mehr ausschmieden können, als bei dem grellen Roheisen. Die Ursache muß in dem größeren oder geringeren Gehalt des Roheisens an Phlogiston liegen, wovon das gaarste Roheisen, welches auf dem Bruch eine schwarze Farbe hat, und gleichsam aus glänzenden Schuppen zusammengesetzt zu seyn scheint, am mehrsten, und in dem Verhältniß immer weniger und weniger enthält, je mehr es sich dem grellen Roh-eisen

*) Dazu wird aber ein gutartiges Roheisen erfordert, weshalb der Hohenofenmeister dem Frischer durchaus vorarbeiten muß. Geschieht dies nicht, so ist es unmöglich, aus allen Roheisenarten ein gleich gutes Stabeisen zu erhalten, und noch weniger mit gleichen Vortheilen.

eisen nähert, welches mit dem wenigsten Brennbaren, oder doch wenigstens mit Phlogiston von anderer Beschaffenheit, verbunden ist.

Aus dem, was ich oben (§. 64) über die Gewichtsvermehrung der Metalle durch den Verlust des Phlogiston beim Calciniren gesagt habe, und daraus, daß diese Gewichtszunahme mit der Menge des Phlogiston im Verhältniß steht, folgt, daß das gaarste Roheisen, welches am mehrsten von dem leichtmachenden Phlogiston enthält, also bei der Verwandlung in geschmeidiges Eisen am mehrsten davon verliert, in dem Zustande, als geschmeidiges Eisen ein größeres absolutes Gewicht haben muß, daß folglich der Frischer dabei mehr ausschmieden kann, als beim grellen Roheisen, welches weniger von diesem leichtmachenden Wesen enthält, also auch bei der Umwandlung in Stabeisen weniger am absoluten Gewicht gewinnt. — Außerdem kann man bei der deutschen Frischmethode auch deshalb bei der Anwendung des grellen Roheisens einschmieden, weil es zu schnell frischt und früher im Heerde verbrennt, als der Frischer mit dem Einschmelzen und Ausschmieden fertig ist; wogegen das gaare Roheisen im rohen Zustande so lange im Heerde flüssig bleibt, ohne einen starken Abbrand zu erleiden, bis der Frischer mit dem Ausschmieden fertig ist, und nun die eigentliche Frischarbeit anfangen kann *). Auch habe ich oben (§. 58) bewiesen, daß

*) Dieser Grund kann nur für specielle Fälle gelten, wenn nämlich der Frischer seinen Feuerbau nicht zweckmäßig eingerichtet hätte; der vorhergehende beruht auf irrigen Vorstellungen und ist durchaus ungegründet, und der letzte kann auf den Frischproceß nicht angewendet werden. Die eigentliche Ursache, warum der Frischer das gaare Eisen dem grellen vorzieht, und warum er bei dem ersten mehr ausschmieden kann, als bei dem letzten, liegt darin, weil das grelle Roheisen unreiner ist, obgleich es wegen des geringeren Kohlenstoffgehaltes früher, als das gaare Roheisen, in den Zustand der Geschmeidigkeit übergeht. Jene Unreinigkeiten soll der Frischer erst wegschaffen, und muß daher viel Eisen in die Schlacke arbeiten. Müßte sich der Arbeiter im deutschen Frischfeuer in der Regel nicht mit unreinerem Eisen begnügen, und würde

daß das Eisen, welches weniger Phlogiston enthält, einen größeren Abbrand erleidet, als das, welches mehr entbehren kann. Für den deutschen Schmiedeproceß muß daher das gaare Roheisen am mehrsten Stabeisen geben, nur muß es gut frischen und nicht zu roh bleiben, weil man sonst auch wieder an Zeit und Material verliert. Der Wallonenschmidt hingegen, der den Materialaufwand nicht zu vertreten hat, und dem es nur darauf ankommt, Zeit zu gewinnen, um viel Stabeisen zu machen, zieht das grelle Roheisen vor, weil dieses am schnellsten frischt oder gaar wird.

B. Die verschiedene Beschaffenheit der Kohlen muß ebenfalls sehr in Erwägung gezogen werden. So gute Dienste die harten Birken- und Erlen-Kohlen auch beim Hohenofen oder bei der Roheisenproduktion leisten, indem sie den stärksten Erzsatz gestatten, so unbequem sind sie im Frischfeuer, weil sie eine zu große Hitze geben *), welche das Frischen des Eisens verhindert, weshalb man bei solchen Kohlen auch den Feuerbau, die Stärke des Gebläses und die Manipulation gehörig abändern muß. Bei der deutschen Frischfeuerarbeit, in Deutschland sowohl als in Schweden, giebt man den guten Tannen- und Fichten-Kohlen den Vorzug, weil sie einen geringeren Abbrand verursachen und das Frischen des Eisens befördern; welches letztere man oft sogar noch dadurch zu erreichen sucht, daß man schwache Kohlen, die einige Zeit an der freien Luft gelegen haben, anwendet, oder daß man die Gluth durch Begießen mit Wasser **), oder auch durch nasses Gestübbe dämpft.—

Sand

würde ihm eben so gutartiges Roheisen, als dem Wallonenschmiede gegeben, so würde er das grelle Roheisen dem gaaren ebenfalls vorziehen und dabei ausschmieden.

*) Harte Kohlen verursachen einen rohen Gang, weshalb das Feuer bei harten Kohlen, unter gleichen Umständen, mehr auf den Gaargang gebaut werden muß.

**) Das Begießen des Eisens — nicht der Kohlen, denn das kann nicht der Zweck seyn — zur gehörigen Zeit, nämlich beim Roheingehen vorgenommen, befördert das Frischen ungemein.

Sand und Erde, die häufig in den Kohlen vorkommen, und sich in den Ritzen und Spalten derselben festsetzen, besonders wenn neue Meilerstellen genommen werden, oder wenn man lockere Erde und feinen Sand zur Meilerdecke anwendet *), verursachen einen schlechten rohen Gang im Feuer, es entsteht viel rohe Schlacke und schiefriges und undichtes Eisen, welches aber auch eine Folge von zu sauren oder zu nassen Kohlen seyn kann, wenn solche zur Unzeit angewendet werden **). Der Frischer sollte daher seine Kohlen in große, kleine und saure Kohlen sortiren, indem er die kleinen beim Ausschmieden und Einschmelzen, die groben beim Eingehenlassen des halbgaaren Eisens, und die sauren oder nassen Kohlen dann anwenden kann, wenn das Eisen zu hart ausfallen sollte ***).

C. Auch die Zusätze oder Zuschläge zur Beförderung des Frischprocesses, von denen man mehrere, jedoch ohne einen besonders glücklichen Erfolg angewendet hat, gehören hieher. Hr. **Gerhard** hat in seinen Anmerkungen zu **Jars** metallurgischen Reisen †) die Wirkungen des Kalkzuschlages beim Frischfeuerbetrieb näher auseinandergesetzt, und gefunden, daß das Eisen dadurch mürbe, spröde und undicht wird. Er vermuthet indeß, daß dieser Zuschlag bei rothbrüchigen Erzen, um die Säure zu absorbiren, gute Dienste leisten würde. Andere Versuche haben jedoch gezeugt, daß eine Verbindung des Kalkes mit Schwefelsäure das Verschlacken des Eisens außerordentlich befördert und daher zu einem bedeutenden Eisenverlust Anlaß giebt, weshalb dieser Zuschlag nicht empfohlen werden kann. Ob die statt des

*) Oder wenn man, in Ermangelung des Wassers, Sand zum Löschen der frischen Kohlen zu nehmen gezwungen ist.

**) Diese Kohlen sowohl, als Kohlen aus altem abständigem Holz, oder Kohlen, die viele Jahre gelegen haben, geben keine Hitze und lassen das Feuer kalt.

***) Diesen letzten Rath würde ich nie befolgen, weil der Frischer bessere Mittel haben muß, hartes Eisen zu verbessern.

†) B. II. S. 705 u. f.

des Kalkes in Vorschlag gebrachte Mergelerde *) bessere Dienste thun würde, ist sehr zu bezweifeln. Noch schlechter verhielten sich Zuschläge von Gips und von Flußspath, welches sich aus den Bestandtheilen dieser Körper wohl im Voraus erwarten ließ **). Auch einen Zusatz von reinem grünem Glas fand Herr Gerhard sehr nachtheilig, es schützte das Eisen nämlich zwar gegen den Abbrand, aber es machte dasselbe spröde. Das stimmt mit dem oben angezeigten Versuch (§. 77, 3. 4.) überein, bei welchem ein Stück Eisendrath von zähem Eisen, unter einer Decke von grünem Glas, der stärksten Schmelzhitze ausgesetzt, spröde und im Bruch dem kaltbrüchigen Eisen ähnlich ward, obgleich es keinen bedeutenden Gewichtsverlust erlitt, wogegen sich aber ein ähnliches Stück Eisendrath, welches ebenfalls unter einer Glasdecke der möglichst stärksten Weißglühhitze im Windofen ausgesetzt war, ganz entgegengesetzt verhielt, indem es weich blieb, ohne einen bedeutenden Gewichtsverlust durch den Abbrand zu erleiden.

Der beste Zuschlag bleibt der gewöhnliche, nämlich die im vorigen Paragraph angeführte Schlacke, wovon man in dem Fall Gebrauch macht, wenn der Gang im Heerde zu roh ist, oder wenn man zu gaares Roheisen verfrischen muß, welches nicht bald frischen will. Die gaare Schlacke und die Hammerstockschlacke sind in diesen Fällen ein kräftiges Mittel, das Eisen bald zum Frischen zu bringen, Zeit zu gewinnen und den Abbrand zu verringern, indem sich das in der Schlacke befindliche Eisen ebenfalls mit reducirt. Wenn das Roheisen hingegen zu schnell frischt oder zu strengflüssig ist, so kann man

*) Ebendas. S. 646.

**) Wenn diese und ähnliche Zuschläge das Roheisen beim Hohenofenproceß nicht zu verbessern vermochten, so ist von der Anwendung derselben im Frischfeuer nicht viel zu erwarten. Der Kalk scheint dem kaltbrüchigen Eisen wirklich mehr Zähigkeit zu geben, wenn er in kleinen Quantitäten beim Gaaraufbrechen aufgestreut wird; allein der größte Theil dieser erborgten Verbesserung geht durch die erste, starke, trockne Schweißhitze wieder verloren.

man die Rohschlacke als einen sehr nützlichen Fluß anwenden, indem sie das frischende Eisen — wie Herr v Stockenström sich ausdrückt — wieder in den Mittelzustand zwischen Roh- und Stabeisen versetzt. Weil die Metalle immer weniger geneigt sind, sich zu verkalken, wenn man sie mit glasartigen Substanzen umgiebt, so muß diese leichtschmelzende Rohschlacke gewiß bessere Dienste thun, als ein Zusatz von quarzigem Sande *). — Wie die Schlacke bei dem Frischen des Eisens eigentlich wirkt, geht deutlich aus dem englischen Schmelzproceß, nämlich aus dem Zusammenschmelzen der Eisenbrocken im Tiegel (§. 79.), hervor. Indem das Eisen anfängt, in den Zustand der Zerstörung überzugehen, absorbirt die Schlacke das überflüssige Phlogiston und wird dadurch reducirt.

D. Die **Luft**, welche durch das Gebläse in den Heerd gebracht wird, dient nicht allein dazu, die Hitze anzufachen, sondern sie ist auch zugleich ein wirksames und kräftiges Mittel, das überflüssige Phlogiston bei dem Schmelzen des Eisens im offnen Feuer zu verjagen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß das Eisen nicht eher recht durchgewirkt und recht weich wird, als bis es dem Luftstrom des Gebläses im Feuer ausgesetzt gewesen ist. Wenn der Frischer daher ein gleichförmig gutes Eisen erhalten will, so muß er vorzüglich dafür sorgen, daß alle die einzelnen zertheilten kleinen Frischklumpen vor den Wind kommen, damit sie den höchsten Grad von Geschmeidigkeit erhalten, ehe sie sich mit einander zu einem Frischklumpen verbinden. Weil die vorzüglichste Wirkung der Luft aber darin besteht, das Brennbare anzuziehen und aus den Körpern zu verjagen, so muß dabei zugleich ein starker Abbrand, oder ein Verlust an Metall

*) Der Zusatz von Sand und der von Rohschläcke, zur Bewirkung eines roheren Ganges, sind gleich verwerflich, weil Zeit, Kohlen und Eisen dadurch auf eine unerlaubte Art verloren gehen. Der Frischer muß bei einem sehr gaarschmelzenden Eisen seinen Feuerbau gehörig einzurichten verstehen.

Metall statt finden, und deshalb ist die Windführung, oder die Richtung und Leitung des Luftstromes, ein ganz vorzüglich wichtiger Gegenstand bei der Kunst des Feuerbaues.

Die englische Methode, Roheisen in verschlossenen Tiegeln zu frischen (§. 109.), beweist indeß doch, daß der Zutritt der freien Luft keine unumgänglich nothwendige Bedingung ist, sondern daß eine bloße starke Hitze, bei einem Zusatz von Frischschlacke (welche das Phlogiston anzieht) und von einem alkalischen Salz (wodurch das schnellere Flüssigwerden befördert wird), schon allein hinreichen, das Roheisen geschmeidig zu machen, ohne daß es vorher geschmolzen seyn darf *). Dies ist um so weniger auffallend, als aus mehreren schon angeführten Versuchen hervorgeht, daß ein gleicher Erfolg ohne alle Zusätze bewirkt werden kann, wenn das Roheisen nur in hinlänglich dünnen und kleinen Stücken vertheilt war. Dieser letzte Umstand kommt bei dem Frischproceß ganz vorzüglich in Betrachtung; er läßt sich am besten durch das Granuliren erreichen, indem der größte Theil der Eisentropfen dadurch die Gestalt dünner Schaalen oder hohler Körner erhält. Außerdem verwandelt sich das gaare Roheisen durch ein plötzliches Ablöschen im Wasser in eine Art von grellem Roheisen, und wird dadurch viel geneigter zu frischen. Es ist eine bei den Frischfeuern sehr bekannte Erfahrung, daß das Roheisen viel leichter in den gefrischten Zustand übergeht, wenn es nach dem Abstich aus dem Hohenofen sogleich abgelöscht oder im Wasser gehärtet wird (welches an einigen Orten in Schweden wirklich geschieht). Dies ist auch der Grund, weshalb sich die Frisch- und Butschmiede dieses Roheisens mit gutem Erfolg bedienen **).

E Nächst

*) Die Decarbonisation des Roheisens ist der Zweck beider Operationen, der durch den Sauerstoff des Gebläses vollkommener, als durch den Sauerstoffgehalt der Frischschlacke erreicht wird.

**) Die Abscheidung des Kohlenstoffs und die Strengflüssigkeit des Roheisens, oder die Annäherung zum geschmeidigen Zustand, wer,

E. Nächst der Luft ist auch das Wasser ein sehr wirksames Mittel beim Frischfeuerbetriebe; nicht als eine bewegende Kraft für den Hammer und das Gebläse betrachtet — denn davon ist hier nicht die Rede — sondern weil es dazu dient, den Gang der Arbeit im Feuer zu leiten. Die Wirkung desselben erstreckt sich nicht bloß darauf, eine zu starke Hitze im Heerde zu dämpfen, damit nicht unnöthige Kohlen verbrennen, sondern es dient auch dazu, das Frischen des Eisens und das Gaarwerden desselben im Frischheerd zu befördern. Der Frischer kann durch Wasser die Hitze an jeder beliebigen Stelle im Heerde verstärken oder schwächen, und die Wirkung der Luft zur Absorbtion und Abscheidung des Phlogistons, wird durch das Wasser vielfach vermehrt. Man kann sich davon bald überzeugen, wenn man Wasser auf eine halbgefrischte schmelzende Eisenmasse gießt. Enthält das Eisen eine flüchtige Unart, so läßt sich die Natur derselben sogleich durch den Geruch der aufsteigenden Dämpfe, die damit angeschwängert sind, erkennen. Das Wasser dient also dazu, die Arbeit zu befördern, ein zu schnelles Eingehen des Frischeisens beim Deulmachen zu verhindern, die flüchtigen und fremden schlackenartigen Theile abzuscheiden und eine Ersparung an Kohlen und Eisen zu bewirken, wovon das unter D Angeführte ebenfalls einen Beweis abgiebt *).

F. End-

werden durch das Granuliren, oder durch das Ablöschen im Wasser, ungemein befördert, weshalb das Ablöschen für die deutsche Frischarbeit im Allgemeinen sehr empfehlungswerth seyn würde, sobald nur gutartiges Roheisen zur Verarbeitung genommen wird. Weil das Roheisen aber nicht immer von aller Unart frei ist, so zieht der Frischer das gaare rohschmelzige dem durch das Ablöschen gaarschmelzig gemachten weißen Roheisen vor, weil er das letztere, um gutes Stabeisen zu liefern, wieder durch künstliche Mittel, oder durch den Feuerbau rohschmelzig machen müßte.

*) Seitdem Lavoisier gezeigt hat, daß sich bei der Zersetzung des Wassers Sauerstoff entbindet, ist die große Wirkung desselben beim Frischproceß sehr einleuchtend geworden.

F. Endlich ist auch die Hitze oder das Feuer für sich allein das allerwirksamste Mittel, das Roheisen in geschmeidiges Eisen zu verwandeln, so daß es weder der Luft noch des Wassers bedarf, wie die Englische Frischmethode im Tiegel und mehrere schon angeführte Versuche hinlänglich beweisen *). Herr Scheele hat in seiner Abhandlung von der Luft und vom Feuer 1777 gezeigt, daß die Hitze oder das Feuer nicht allein mechanisch und als eine ausdehnende Kraft wirkt, um die Metalle, also auch das Eisen, in einer flüssigen Gestalt, oder als eine weiche Masse darzustellen, sondern daß sich die Hitze, als ein eigenthümliches materielles Wesen, auch mit dem Eisen verbindet, und ein wirklicher Bestandtheil desselben wird. Der gedachte Schriftsteller sagt im §. 96. seiner oben genannten gründlichen Schrift: „Das Eisen besteht aus einer eigenthümlichen, mit einer gewissen Menge Phlogiston und einem gewissen Theil Hitze verbundenen Erde. Die Hitze aber ist eine feine Säure, die sich mit mehr oder weniger Phlogiston vereinigen kann, und obgleich nicht alle Säuren die Eigenschaft haben, das Phlogiston im Uebermaaß an sich zu ziehen, so besitzen doch wenigstens sehr viele Säuren diese Eigenthümlichkeit, und zu diesen gehört die Hitze ebenfalls."

Je genauer man die Bestandtheile des Eisens kennen lernt, desto mehr bestätiget sich Hrn. Scheele's Behauptung, daß die Feuermaterie, oder die Hitze, ein wirklicher Bestandtheil des Eisens ist, und daß sie durch ihre feine Säure die mannichfaltigen Veränderungen und Abweichungen in der Geschmeidigkeit des Eisens hervorbringt. Deshalb muß man aber auch die Hitze mit zu den wirklichen Substanzen zählen, durch welche das

*) Der Zutritt des Sauerstoffs bleibt immer eine nothwendige Bedingung, weil der Kohlenstoff sonst nicht verbrennen kann. Diese Abscheidungen und neuen Verbindungen erfolgen aber nur bei einem hohen Grade der Temperatur, und wenn sich das Eisen in einem der Flüssigkeit sich nähernden Zustande befindet.

das Eisen in den geschmeidigen Zustand gebracht wird (§. 73). Dem Frischer kann es indeß genügen, wenn er die Hitze nach Umständen stärker oder schwächer auf das Eisen wirken zu lassen versteht, welches ebenfalls ein wichtiges Erforderniß zur Kunst des Feuerbaues ist.

§. 112. Von der Kunst des Feuerbaues.

Wir haben im vorigen Paragraph die Materialien und Zuschläge, welche bei dem Frischproceß in Betrachtung kommen, kennen gelernt, und kommen jetzt auf die Untersuchung der eigentlichen Werkstätte des Frischers, nämlich des **Frischheerdes**, oder des Schmelzraumes, in welchem das Roheisen in geschmeidiges Eisen verwandelt oder raffinirt werden soll. Hierher gehört die Kenntniß von der Beschaffenheit und von der Einrichtung, oder vom Bau des Heerdes, und die Windführung oder die Leitung des Windstroms durch die Form. Alle Regeln, die hier folgen werden, beruhen zwar auf physikalischen und chemischen Grundsätzen, aber die Erfahrung hat sie doch zuerst an die Hand gegeben und ausgemittelt. Die mechanischen Einrichtungen kann ich aus Mangel an Raum hier nicht berühren.

1. Von der Gestalt und vom Bau des Heerdes.

Von dem Bau des Heerdes, oder von der Gestalt desselben, habe ich bei der Beschreibung jeder einzelnen Frischmethode das Nöthige angeführt. Es findet dabei nicht allein bei jedem Frischproceß eine Abänderung statt, sondern fast jeder Meister bedient sich bei einer und derselben Verfrischungsart verschiedener Maaßen in Rücksicht der Tiefe, Länge und Breite des Feuers. So viel hierbei auch der Willkühr und dem Gutbefinden des Arbeiters überlassen seyn mag, so gewiß ist es doch, daß auf ein genaues Verhältniß der Theile viel ankommt. Die oben beschriebenen Heerde sind alle viereckig; erfahrne Hüttenleute haben geglaubt, daß **ovale**, oder nach dem Vorschlag des Hrn. **Hallenius achtkantige** Heer-

Heerde vortheilhafter, als die viereckigen seyn würden. Ich habe verschiedene Versuche in ovalen Heerden, sowohl bei den deutschen Frischheerden, als auch bei den Wallonenfeuern, anstellen sehen, wobei man in beiden Feuern ein Schiffpfund Stabeisen bei 13 bis 14 Tonnen Kohlen schmiedete, welches zuerst großes Aufsehen erregte, weil man dies vortheilhafte Resultat blos von der Gestalt der Heerde ableitete. Als man aber Gegenversuche in gewöhnlichen viereckigen Heerden mit eben so gewandten Frischarbeitern anstellen, und diese Versuche eben so lange, nämlich 8 Tage lang, fortsetzen ließ, erhielt man dasselbe Resultat, sowohl in Rücksicht der Güte des Stabeisens, als auch der Ersparung an Kohlen; nur war der Eisenverbrand in den ovalen Heerden etwas stärker. Die achteckige Figur steht bei Einigen in einem noch größeren Ansehen; nach Hrn. v. Stockenström soll der einzige Vortheil derselben aber nur darin bestehen, daß der Frischboden etwas ausgehöhlt ist, wodurch ein besserer Gang und ein gleichförmigeres Frischen des Eisens bewirkt werden soll, obgleich sich dasselbe auch bei den gewöhnlichen viereckigen Heerden, deren Boden durch die Wirkung der Hitze nach und nach ausgehöhlt werden, erreichen läßt. Die runde Gestalt des Heerdes scheint zwar für die Wirkung des Gebläses und der Hitze die angemessenste zu seyn, man darf aber nur bedenken:

a. Daß man diese Absicht auch in den viereckigen Heerden erreichen kann, indem sich das Gebläse selbst einen runden Schmelzraum bildet, wenn man die Ecken mit Schlacke und Geståbbe ausfüllt *). Außerdem ist nicht außer Acht zu lassen, daß ein Frischer immer bessere Resultate erhält, wenn ihm reine Kohlen tonnenweise zugemessen werden, und wenn er eine Woche lang zur

Probe

*) Dies ist sehr wohl zu berücksichtigen, denn die Platten oder Zacken dienen immer nur als Umfassungswände für die Lösche, weshalb es auf ihre Konstruktion nicht so sehr ankommt.

Probe arbeitet, als wenn er die Arbeit in ihrer gewöhnlichen Art fortsetzen soll.

b. Daß sich solche runde Frischzacken schwer gießen lassen, und unterrichtete Förmer erfordern, die man nicht überall antrifft. Endlich

c. Daß es sehr schwer hält, mit Frischzacken, welche kreisförmige, ovale oder achtkantige Figuren bilden, diejenigen Veränderungen im Feuerbau, nämlich in den Dimensionen des Heerdes und in der Stellung der Frischzacken vorzunehmen, zu denen der Frischer durch die verschiedenartige Beschaffenheit des Roheisens häufig veranlaßt werden kann.

Es ist daher noch sehr ungewiß, welcher Figur der Frischheerde man den Vorzug geben soll. Bei dem deutschen Frischproceß kommt nun noch vorzüglich in Betrachtung

2. Der Grund unter den Heerden.

Dieser ist so eingerichtet, daß der Frischer, wenn er es nöthig findet, Wasser unter den Frischboden leiten kann. Zu diesem Ende ist gewöhnlich ein Wasserkasten von Roheisen *) unter dem Boden angebracht, in welchen man das Wasser hinein leiten und aus dem man es auch wieder ablassen kann. Bei schwerschmelzigem, grellem und leichtfrischendem Roheisen, eben so auch zu Anfange des Betriebes, wenn das Feuer noch kalt ist, bleibt der Boden trocken, damit sich das Feuer recht erhitzen kann. Dagegen muß der Boden abgekühlt werden, wenn er durch einen rohen Gang, oder durch dünnflüssiges gaares Roheisen zu sehr erhitzt wird, weil das Frischeisen sich sonst an demselben ansetzen würde. Uebrigens bemerkt Herr v. Stockenström über den Heerdbau noch Folgendes:

a. Wenn der Frischboden ganz horizontal liegt, so geht er frischend oder unrein im Heerde, weil die Schmelzhitze nicht genug auf den Boden wirkt.

b. Neigt

*) Ein sogenannter Tümpel.

b. Neigt sich der Boden gegen die Ecke des Form- und Aschenzackens, so ist der Gang etwas weniger frischend und etwas dünnflüssiger.

c. Noch härter und dünnflüssiger geht es im Feuer, wenn der Frischboden eine solche geneigte Lage hat, daß sich das Wasser auf demselben langsam nach der Ecke des Gicht- und Aschenzackens zieht. Diese Lage des Bodens wählt man in den deutschen Frischfeuern, wenn man sehr grelles und leichtfrischendes Roheisen zu verarbeiten hat *).

d. Wenn der Boden etwas ausgehöhlt ist, bleibt der Gang dünne, rein und roh, wobei man weniger Verlust an Eisen erleidet und mehr ausschmieden kann. Ist aber umgekehrt der Boden konvex, so geht es zu frischend im Heerde.

e. Durch die Stellung des Formzackens wird die Lage der Form zum Theil mit bestimmt, weshalb man dabei mit großer Genauigkeit verfahren muß.

Neigt sich der Formzacken, wie dies gewöhnlich gebräuchlich ist, von der Arbeitsseite zum Aschenzacken, und erhält die Form dann eine damit übereinstimmende Lage, so wird der Gang im Feuer flüssig und roh; dagegen wird er hart oder gaar, wenn sich der Formzacken etwas in den Heerd hinein neigt.

3. Die Beschaffenheit und Lage der Form.

Diese, oder die sogenannte Windführung hat auf den Gang im Heerde den größten Einfluß. Es ist dabei folgendes zu bemerken.

a. Durch eine große Formöffnung wird die Arbeit befördert, und ein gutes, gehörig durchgearbeitetes Eisen producirt. Weil man dabei aber nicht so gut mit dem Verbrauch an Eisen und Kohlen auskommen kann, so neh-

*) Weil der Wind das Eisen beim Gichtzacken am wenigsten trifft, und deshalb die Seite des Deuls oder der Luppe dort am schlechtesten ausfällt, so ist es auch wohl gut, wenn der Boden beim Gichtzacken etwas höher, als gegen den Formzacken liegt.

nehmen die Frischer lieber eine engere Form, obgleich das Eisen dadurch schlechter ausfällt *).

b. Wenn die obere Kante der Formöffnung länger ist und vorsteht, so ist der Kohlenverbrauch geringer, auch wird das Eisen bedeutend zäher und weicher, allein es leidet einen stärkeren Abbrand.

c. Steht dagegen die untere Kante oder Lippe der Formmündung etwas vor, so gewinnt der Frischer an Zeit und an Eisen; das Stabeisen wird aber schlechter, und Kohlen werden auch nicht gespart.

d. Wenn sich die Form eben so wie der Formzacken (2. e.) in den Heerd hinein neigt, so hat man mehrentheils einen reinen, nicht zu rohen und nicht zu gaaren Gang.

e. Wenn die Form nicht weit in den Heerd steht, so hat sie eine mehr geneigte Lage, wodurch man einen guten warmen Gang und gutes Eisen erhält. Bei kaltbrüchigem Eisen muß die Form kurz, nämlich nur ungefehr $2\frac{1}{2}$ Zoll in den Heerd hineinstehen. Bei gaarem Roheisen kann sie etwas länger, bis $4\frac{1}{2}$ Zoll seyn, und bei schwerschmelzendem grellen Eisen darf sie höchstens 5 Zoll in den Heerd hinein stehen, wenn das Gebläse hinlänglich wirksam ist.

f. Bei ungeartetem, roth- und kaltbrüchigem Eisen muß der Windstrom auf die Mitte des Frischbodens treffen, obgleich die Arbeit dadurch verzögert wird. Bei gutem Eisen, welches nur einmal aufgebrochen wird, darf der Windstrom nur gerade die Ecke treffen, welche der Frischboden mit dem Gichtzacken macht. Ein gerade geführter Wind macht schwere, ein geneigt in den Heerd geleiteter Windstrom aber leichte Arbeit im Feuer.

g. Die

*) Wenn die Kohlen, das Gebläse und das Roheisen recht gut sind, so kann bei einer großen Formöffnung gutes, und auch viel Eisen gewonnen werden. Ist aber auch nur eins von diesen Requisiten schlecht, so muß eine engere Form genommen werden, weil die Kohlen dabei nicht so leicht verbrannt werden und das Eisen beim Gaareingehen etwas zäher wird.

g. Die Form muß eben so weit vom Aschenzacken entfernt liegen, als die Tiefe des Heerdes beträgt, auch muß sie mit dem Formzacken immer einen rechten Winkel machen. — Ist sie nach der Vorderseite zu gewendet, so geht es zu frischend, und umgekehrt etwas zu hart, wenn sie nach dem Aschenzacken zu gekehrt ist, welches indeß dennoch gebräuchlich zu seyn pflegt.

4. Die Tiefe des Heerdes.

In Rücksicht der Entfernung des Frischbodens von der Form finden folgende kleine unbedeutende Verschiedenheiten statt:

a. Am tiefsten, nämlich 13½ Zoll tief, macht man das Feuer bei einem guten halbirten Eisen. Bei gaarem Roheisen ist es etwas flacher, und bei dem aus Dürrsteinerzen erblasenen Eisen pflegt man schon mit einer Tiefe von 11 Zollen zufrieden zu seyn *).

b Beim Aschenzacken muß der Heerd etwas breiter seyn, damit sich das schmelzende Gut dort ansammeln kann.

c. Der Aschenzacken muß sich aus dem Heerde neigen, damit das Frischeisen desto leichter aufgebrochen werden kann.

d. Der Aschenzacken ist in lothrechter Richtung einen Zoll höher, als der Formzacken.

e. Je höher die Arbeitsseite ist, desto härter oder frischender geht es im Heerde, und umgekehrt.

f. Das Schlackenloch liegt immer 2 Zoll höher als der Frischboden.

5. Die Lage der Balgen oder die Richtung des Gebläses.

Der Windstrom muß immer nach der Mitte der Formöffnung und nach dem Boden der Form gerichtet wer-

*) Sehr flach, nämlich 8 bis 9 Zoll tief, sind die Feuer beim Verfrischen des sehr rohschmelzigen Coakeisens, und man würde sie mit Vortheil noch flacher machen können, wenn man nur die viele Schlacke im Heerde bei einem flachen Feuer zu lassen wüßte.

werden, und die Düsen müssen mit ihren Mündungen von 1¼ Zoll im Durchmesser mitten auf dem Formzacken liegen. Die Stärke des Windes bei den verschiedenartigen Arbeiten oder Perioden des Frischprocesses sowohl, als auch bei den verschiedenen Roheisenarten, hat Herr v. Stockenström durch einen vom Hrn. Gahn erfundenen Windmesser aufzufinden und zu bestimmen gesucht. Der Mangel an Raum hindert mich aber, diese Untersuchungen und den Feuerbau bei den Wallonenheerden ausführlich mitzutheilen. Eben so wenig kann ich mich auf eine Beschreibung der mechanischen Handgriffe bei den Frischprocessen einlassen.

§. 113. Von dem besten Schmelz- und Schmiedeproceß für das Stabeisen.

Die Frage: welcher von den oben angeführten Frischprocessen zur Bereitung des Stabeisens der beste ist? läßt sich schwerlich anders beantworten, als daß jede Methode, zur höchsten Vollkommenheit gebracht, ihre eigenthümlichen, auf die Lokalität und auf den jedesmaligen Haushalt begründeten, Vorzüge hat. — Wer von großen Städten und von Seehäfen entfernt wohnt, aber gute Erze und große Waldungen hat, und sich und seine Nachbaren mit wohlfeilem Stabeisen versorgen will, scheint am besten zu thun, wenn er die Schwedische Luppenfeuerarbeit (§. 95.) wählt. Sind seine Erze sehr reich und ohne alle Unart, so mag er seine Unterthanen anhalten, das im Dahllande übliche Schmelzen, oder die ausländische Rennfeuerarbeit zu erlernen. Wer Gelegenheit hat, sich gutes Roheisen zu verschaffen, und wer beim Frischproceß den besten Haushalt führen will, der muß den Deutschen Frischproceß wählen, und er wird finden, daß man dadurch, nächst der Halbwallonenfeuerarbeit, ein sehr gutes, weiches und gleichförmiges Eisen erhält, und zugleich eine starke Produktion erreichen kann.

Das weichste Eisen für die Blechschmiede giebt die **Schwedische Osemundfrischerei**, wenn man dazu gutes Roheisen, welches im Heerde umgeschmolzen ist, anwendet. Die **Märkische** oder die **Deutsche Osemundfrischerei** giebt offenbar das dichteste, zäheste und stärkste Eisen, und ist durch die besonderen Erfordernisse für die Drathzieher zur höchsten Vollkommenheit gebracht. — Durch die **Löschfeuerarbeit** erhält man zwar eben so zähes, aber nicht so dichtes und starkes Eisen; auch scheint dieser Frischproceß mit einem guten Haushalt ganz unverträglich zu seyn, und nur Lokalumstände können ihn an den Orten, wo er noch angewendet wird, empfehlungswerth machen. — Die **Butschmiede** muß man einführen, wenn es auf eine starke Produktion ankommt, und die **Frischschmiede** ist dann zu empfehlen, wenn das Roheisen aus guten Dürrsteinerzen erblasen ist. Die Vortheile der **Wallonenschmiede** habe ich schon in meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens auseinandergesetzt. Dieser Frischproceß ist sehr zu empfehlen, besonders wenn er nicht stärker, als nach englischer Art betrieben wird, wo 2 bis 3 Schmelzheerde zu einem Reckheerd nöthig sind, wenn man dazu Roheisen aus solchen Erzen verarbeiten kann, die ohne Zuschläge, oder für sich allein, verschmolzen werden können, und wenn der Frischer nicht die Verbindlichkeit auf sich hat, jährlich ein gewisses Quantum Eisen zu produciren. Ganz besonders verdient diese Methode empfohlen zu werden, wenn das fabricirte Eisen zum Stahlcementiren gebraucht werden soll. Man hat den Versuch gemacht, Materialeisen zum Stahlbrennen in den Deutschen Frischheerden aus demselben Roheisen anzufertigen, welches man in den Wallonenheerden angewendet hatte; allein die Kenner konnten nach dem Cementiren sogleich einen großen Unterschied finden, indem sie den Stahl aus dem Eisen der deutschen Feuer verwarfen, den aus den Wallonen-

heer-

heerden aber durchgängig gut fanden *). Einen so großen Unterschied können die Verschiedenheiten der Arbeitsmethode verursachen.

Alle Frischprocesse, bei denen man das Roheisen beim ersten Schmelzen in geschmeidiger Gestalt darstellt, z. B. die **Wallonische** und **Märkische Osemundschmiede** und die **Löschfeuerarbeit**, geben dem Eisen mehrere Festigkeit und Stärke, wogegen das Eisen durch das öftere Umschmelzen zwar weicher und zuweilen auch zäher wird, aber dafür auch gemeiniglich wieder an Dichtigkeit und Stärke verliert **). Die Brechschmiede kann daher für die bei Säfsiöström vorkommende Roheisenart (§. 105.) sehr nützlich seyn, um sie durch öfteres Umschmelzen zäher zu machen; eben so erhält man auch durch das Umschmelzen von geschmiedeten Eisenbrocken, z. B. von Blechen u. s. f., aus hartem Dannemorer Eisen, ein ganz außerordentlich weiches Eisen; allein wenn man ein von Natur mürbes und weiches Eisen, welches nur die nothdürftige Stärke besitzt, umschmelzt, so wird es dadurch noch weit weniger fest, als es vorher war ***). Harten Brennstrahl, von welchem viele Schiffpfunde bei dem unglücklichen Brande der Stockholmer

*) Dies kann wohl nur durch Nebenumstände veranlaßt worden seyn, und es ist nicht zu glauben, daß die deutsche Frischmethode ein weniger zu Brennstahl qualificirtes Stabeisen liefern wird, als die Wallonenschmiede, wenn die Materialien gleich gut und die Arbeiter gleich geschickt sind. — Die deutsche Frischmethode hat vor allen übrigen den Vorzug, daß man dabei fast alles Roheisen am vortheilhaftesten verarbeiten, Zeit und Materialien ersparen und gutes Stabeisen liefern kann.

**) Dies ist doch wohl weniger der Methode, als vielmehr der Beschaffenheit des Roheisens zuzuschreiben, welches bei der Osemund- und Löschfeuerarbeit immer von vorzüglicher Güte seyn muß, indem ein von Unarten nicht völlig freies Roheisen bei jenen Methoden ein höchst schlechtes Stabeisen geben würde.

***) Dies ist zu bezweifeln, sobald beim Schmelzproceß keine Fehler vorgehen, wodurch das Eisen entweder wieder roh oder hart und stahlartig wird, welches sich indeß schwer vermeiden läßt, wenn man mit einem schon völlig gaaren Eisen, dergleichen das harte Eisen nicht ist, noch weniger aber der Brennstahl, den Hr. R. hier als Beispiel aufstellt, zu thun hat.

holmer Waage theils zusammengeschweißt, theils zu einer Art von Roheisen geschmolzen waren, habe ich in den Frischfeuern zu Ferna umarbeiten und ein vortreffliches Stabeisen daraus entstehen sehen. Bei einer andern Gelegenheit versuchte man kurzsehniges und weiches Eisen durch Umschmelzen weicher zu machen, allein es ward dadurch spröde *).

Aus den oben angeführten Versuchen im Kleinen, über das Verhalten des Eisens in der Schmelzhitze, geht ebenfalls hervor, daß das weiche Eisen durch ein bloßes langsames Glühen spröde wird, wogegen anderes Eisen dadurch zäher ward. Es hängt daher von den Eigenschaften des Eisens ab, ob es durch öfteres Umschmelzen verbessert wird, oder nicht. Eisen, welches von Natur stahlartig oder etwas rothbrüchig ist, sollte dadurch wohl besser werden, und eben dieses müßte auch bei einigen Arten von kaltbrüchigem Eisen der Fall seyn; bei weichem Eisen aus Dürrsteinerzen darf man dies aber nicht erwarten.

§. 114. Ob das unmittelbar aus den Erzen erzeugte Stabeisen eben so gut ist, als das durch das Verfrischen des Roheisens bereitete.

Aus demjenigen, was vorhin über die Erzeugung des Stabeisens in den Korsikanischen Rennfeuern, in den Luppenfeuern und in den Blaseheerden oder in den Baueröfen u. s. f. gesagt worden ist, sollte man schließen, daß es ein überflüssiges und weitläufiges Verfahren ist, aus den Erzen erst Roheisen zu erblasen und dieses demnächst zu verfrischen, weil man den beabsichtigten Zweck auf einem viel kürzeren Wege durch das erste Schmelzen erreichen kann. Diese Vermuthung wird durch die Bemerkungen in der Description des Arts über das weichste spanische Eisen noch mehr bestätiget, indem jenes weiche Eisen dort aus den Erzen von Biscaya in den

*) S. Anm. zu §. 105.

den Rennheerden erzeugt wird, statt daß dieselben Erze ein kaltbrüchiges Eisen geben, wenn sie zu Roheisen verschmolzen werden. Aus dem Versuch über das Luppenschmelzen (§. 91.) geht hervor, daß die Erze von Daland beim ersten Schmelzen guten Stahl gaben, wogegen das Roheisen aus diesen Erzen im Frischheerd nicht zum Frischen gebracht werden konnte. Aus Wiesenerzen, die gar kein gutes Roheisen geben, erhielt man durch das erste Schmelzen ein zähes Eisen.

Nach diesen und mehreren ähnlichen Versuchen kann man die Frage: ob man unmittelbar aus den Erzen eben so gutes geschmeidiges Eisen, als aus dem Roheisen, erhalten wird? zwar bejahend beantworten; wenn aber auch zugleich bestimmt werden soll: ob es in eben der Menge, mit eben den Vortheilen und in derselben gleichförmigen Güte aus den Erzen, als aus dem Roheisen erzeugt werden kann? so ist die Antwort nicht so leicht. Aus allen den oben (§§. 90—95.) beschriebenen einfachen Schmelz- und Frischprocessen geht hervor, daß das ausgebrachte Eisen immer eine sehr ungleichartige Beschaffenheit besitzt, und theils zähe, theils hart ist; daß man das gute Eisen immer nur unter dem schlechteren aussuchen muß; daß der Frischer es bei diesen Processen nicht in seiner Gewalt hat, das Eisen in der verlangten Güte darzustellen; daß er demselben seine Eigenthümlichkeiten nicht nehmen kann; und endlich, daß die ausgebrachten Luppen mit großen Unkosten raffinirt und in den Schmiedefeuern umgeschweißt, oder in den Frischheerden umgearbeitet werden müssen, wodurch es zwar größtentheils (wie ich beim Osemund- und Blaseofeneisen bemerkt habe) weicher, aber auch schiefriger und undicht wird. Erwägt man diese Umstände und bedenkt dabei zugleich, daß in einer gewissen Zeit auch ein gehöriges Quantum producirt werden muß, so verdient die Bereitung des Stabeisens durch das Verfrischen des Roheisens den Vorzug.

Die

Die Angabe, daß die Güte des spanischen Eisens von Biscaya eine Folge der älteren dort üblichen Frischmethode sey, muß ich ebenfalls in Zweifel ziehen, seitdem ich von dem Hrn. v. Stockenström, der neulich dort war, erfahren habe, daß die Rennfeuerarbeit nach Biscayischer Art vor Zeiten auch zu Echaux im französischen Navarra üblich gewesen seyn soll. Seitdem der Eigenthümer aber einen Hohenofen zum Ammunitionsguß gebaut hat, wird das Stabeisen dort jetzt aus Roheisen gefrischt, und dieses Stabeisen soll das beste seyn, was nach Bajonne gebracht wird; indem man behauptet, daß es besser sey, als das, was vormals in den Rennfeuern producirt ward. Es geht hieraus hervor, daß gutartige Erze immer, und zwar bei jeder Behandlung, gutes Eisen geben, wogegen die schlechten Erze ihre Unart nie verleugnen können. Die Erze, die dort verschmolzen werden, bestehen theils aus einem gelben, theils aus weißem Stahlstein. — Der Vorzug, den man dem Eisen aus den Blase- oder Baueröfen und aus den kleinen Frischheerden zuschreiben kann, scheint sich darauf zu beschränken, daß es beim Raffiniren in den kleinen Schmiedefeuern mehr als gewöhnlich durchgearbeitet, geschweißt und mit kleinen Handhämmern geschmiedet wird, wodurch es eine größere Dichtigkeit, als bei der gewöhnlichen Behandlung unter den schweren Stabhämmern erhält.

§. 115. Vom harten Eisen.

Ich habe schon im §. 82. gesagt, was man unter hartem Eisen versteht, und die bekanntesten Unterarten dieses Eisens dort namentlich aufgeführt. Alles harte und zugleich gut durchgearbeitete Eisen ist etwas stahlartig, denn wenn man es rothglühend im Wasser ablöscht, so nimmt es einen gewissen Grad von Härte an, oder es wird etwas härter, als vor dem Glühen, obgleich freilich nicht in dem Grade, als der Stahl.

Die Kennzeichen des harten Eisens sind folgende: Der Deul hat, so wie er aus dem Feuer kommt, eine mehr kugelartige und runde Gestalt; er ist dunkelroth, ohne Flämmchen und von wenig Schlacke umgeben, welche sich wie Ameisen auf dem Deul herumwälzt und beim Zängen desselben nicht stark ausläuft; beim Schmieden verhält es sich steif und hart; es wirft rothe Schweißfunken; die ausgeschmiedeten und kalt gewordenen Stangen haben keine röthliche Farbe, sie lassen sich vorzüglich in der Kälte nicht stark hin und her biegen, sondern brechen bald mit einem Geräusch und haben einen feinen stahlartigkörnigen Bruch; mit einem Wort, es geht diesem Eisen ein großer Theil der Kennzeichen ab, die ich (§. 84.) für das beste Eisen angegeben habe. Die Ursache der Härte des Eisens kann entweder an den Erzen, oder an der Behandlungsart, oder an beiden liegen. — In meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens (§. 5.) habe ich die Erze genannt *), welche sich zur Stahlbereitung eignen und daher ein hartes Eisen geben. Wieviel die Beschaffenheit der Erze zur Härte des Eisens beiträgt, kann man vorzüglich bei dem Roheisen aus den braunsteinhaltigen Eisenerzen von der Klapperudsgrube in Dahlland wahrnehmen, indem es im Frischheerde kaum frischen will und dann endlich ein ganz hartes und stahlartiges Stabeisen giebt. In den kleinen Blaseöfen erhält man aus diesen Erzen, durch das unmittelbare Verschmelzen derselben, einen guten und brauchbaren Stahl. Die vorzüglichste Ursache dieser stahlartigen Beschaffenheit ist wohl der sichtbar beibrechende Braunstein, der sich gar nicht aushalten läßt, und der das stahlerzeugende Princip, nämlich das Brennbare, sehr begierig anzieht **).

Aber

*) Späthiger Eisenstein und Brauneisenstein.

**) Man muß sehr wohl den Unterschied zwischen hartem und zähem, und zwischen hartem und sprödem Eisen berücksichtigen. Das erste verdankt seine Härte ohne Zweifel dem Kohlenstoff, zu dessen inni-

Aber auch durch die Behandlungsart kann das Eisen Härte erhalten. Durch die schnelle Bereitung der Luppen in den Wallonenheerden, die weder aufgebrochen noch zum zweitenmal niedergeschmolzen werden, behält das Eisen mehr Phlogiston, als das weiche Eisen haben muß. Dasselbe geschieht auch in den deutschen Frischheerden, wenn der Feuerbau und die Manipulation im Feuer darnach eingerichtet werden, wenn nämlich das Feuer zu flach ist, wenn die Form zu geneigt oder zu enge ist, wenn man zu wenig Schlacke im Heerde anwendet, und besonders wenn der Frischer zu träge ist, wenn er die halbgaaren Brocken nicht fleißig genug vor den Wind bringt, wenn er beim Kochen des Eisens nicht Sorgfalt genug anwendet u. s. f. Es ist einleuchtend, daß das Eisen härter werden muß, wenn Natur und Kunst zugleich dazu beitragen.

Die Gegenmittel gegen das harte Eisen sind sehr einfach, wenn man die Ursache der Härte kennt. Das sicherste Mittel ist, Roheisen aus solchen Erzen zu nehmen, die von Natur ein sehr weiches Eisen geben und nicht

innigeren Verbindung und schwereren Abscheidung das mit dem Eisen verbundene Mangan nach allen Erfahrungen beizutragen scheint. Dies Eisen kann dabei aber, wenn es die Härte nicht in einem zu hohen Grade besitzt, von vorzüglicher Güte seyn, und ist zu manchen Arbeiten (zu Schienen und Reifen) und zur Fabrikation des Brennstahls ganz vorzüglich geeignet. Wahrscheinlich wird es wegen der leichteren Verschlackbarkeit des Mangan ungemein verbessert, wenn das Roheisen vor dem Verfrischen in Gestalt dünner Scheiben geröstet (gebraten) wird, indem beim Hohenofenproceß die vollständige Abscheidung des Mangan, wegen der gleichzeitigen Reduktion mit dem Eisen, nicht geschehen konnte, und sich zur Verschlackung um so weniger Gelegenheit zeigte, je vollkommener der Hohenofenproceß war. — Das harte und dabei spröde Eisen kann aber hart seyn, ohne Kohlenstoff zu enthalten, und entsteht wahrscheinlich immer aus solchen Erzen, die keine ganz vollkommene Reduktion des metallischen Eisens im Hohenofen zulassen. Es ist klar, daß ein fehlerhafter Hohenofenbetrieb, bei übrigens gutartigen Erzen, ebenfalls ein Roheisen geben muß, woraus der Frischer nur hartes Eisen produciren kann, wenn er nicht mit einem enormen Abgange arbeiten will, und auch selbst dann wird er nicht im Stande seyn, die Fehler der Hohenofenwirthschaft gänzlich zu verbessern.

nicht viel Braunstein enthalten, von denen ich einige im §. 14. meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens aufgezählt habe. — Aus solchen Erzen, die eine natürliche Anlage zur Härte haben, erhält man am sichersten weiches Eisen in der Kochschmiede, besonders in der sogenannten Brechschmiede (§. 105.), wenn das Eisen drei- oder viermal aufgebrochen wird, oder kurz, wenn man das überflüssige Brennbare und den Braunsteingehalt in einem gewissen Grade der Hitze auszuscheiden sucht. Auf diese Art kann ein von Natur hartes oder stahlartiges Eisen weich und zähe zu gleicher Zeit werden. Den Stahlschmieden ist es bekannt, daß man durch das Aufbrechen und Umschmelzen der besten Stahlluppe, mit Zusätzen von guten eisenhaltigen Gaarschlakken, das zäheste Eisen erhalten kann. Noch mehr Arbeit wendet man in Steiermark an, um aus den Stahlerzen weiches Eisen zu gewinnen, indem man das mehrste Brennbare und den Braunsteingehalt erst durch Glühen aus dem Roheisen verjagt *), ehe man es im Frischfeuer verarbeitet. Versuche haben gezeigt, daß der beste englische Brennstahl durch oft wiederholtes Gerben und durch starke Schweißhitze ganz und gar in weiches Eisen verwandelt werden kann. Oben (§. 73, XIII.) habe ich gezeigt, daß sich der Brennstahl durch das bloße Cementiren in einer anhaltenden starken Glühhitze, für sich allein, oder mit Kreide, in das reinste Eisen verwandeln läßt **).

Hartes Eisen, wenn es nur an sich gutartig und nicht roh oder schlecht durchgearbeitet ist, hat zu vielen Zwecken, z. B. um Stahl und solche Waaren daraus zu

*) Nicht verjagt, sondern oxydirt, um der demnächstigen Verschlakkung im Frischfeuer vorzuarbeiten.

**) Einige Stahlarten — vorzüglich der cementirte Stahl — können den Kohlenstoff nicht so stark zurückhalten, um das Verbrennen desselben bei wiederholten Schweißhitzen zu verhindern, welches beim Brennstahl wohl von der Art der Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Eisen herrührt, im Allgemeinen aber vielleicht durch das Mischungsverhältniß mit dem Mangan bestimmt wird.

zu verfertigen, die der Abnutzung stark widerstehen sollen, außerordentliche Vorzüge, so daß es in solchen Fällen mehr nachtheilig als nützlich seyn würde, wenn man bemüht seyn wollte, es weich zu machen, vorzüglich weil dies selten ohne Verlust von Kohlen und Eisen möglich ist.

Im Allgemeinen sind die verschiedenen Grade der Härte des Eisens sehr merkwürdig. Wenn man z. B. geschmolzenes Roheisen tropfenweise in kaltes Wasser fallen läßt, so erhält es dadurch einen so großen Grad von Härte, daß geschliffene Spitzen oder scharfe Scherben davon, das Glas wie Diamant schneiden, und den härtesten Stahl ritzen. Die beste englische Feile greift dieses Roheisen nicht an, und alles, was weicher als Flintenstein und Agat ist, muß seiner Härte weichen. Diese Härte des Roheisens nimmt stuffenweise ab, geht durch alle Grade des härteren und weicheren Roheisens hindurch, bis es Stahl wird, dessen Härte dann ebenfalls immer mehr und mehr abnimmt, bis es sich durch Ablöschen im Wasser nicht mehr härtet, und dann **Eisen** genannt wird, welches ebenfalls verschiedene Abstuffungen in Rücksicht der geringeren oder größeren Weichheit besitzt, und sich zuletzt unter dem Hammer und gegen die Feile fast so weich als Kupfer verhält.

§. 116. Vom weichen Eisen.

Die Eigenschaften und Abarten des weichen Eisens habe ich oben (§. 82.) angegeben. Im Allgemeinen verhält sich das weiche Eisen folgendergestalt:

a. Die Farbe ist nach dem Feilen und Poliren mehrentheils bläulichweiß.

b. Es läßt sich sehr leicht hämmern, biegen, feilen, warm und kalt bearbeiten, und ist vorzüglich zu Blechen und zu Bandeisen sehr anwendbar.

c. Es hat einen sehnigen oder fasrigen Bruch, und ist entweder hellgrau (welches ein Beweis von Zähigkeit

higkeit ist) oder dunkelgrau (welches auf mürbes, kurzsehniges Eisen hindeutet).

d. Es ist selten oder fast nie dicht, und daher zu fein polirten Arbeiten nicht brauchbar. Aus dieser Ursache hat es auch

e. das geringste specifische Gewicht unter allen Eisenarten.

f. Es läuft am spätesten und am schwächsten blau an.

g. In der Schweißhitze bekommt es die hellste und weißeste Farbe und wirft weiße Schweißfunken.

h. Es verträgt die stärkste Hitze, ehe es in den halbgeschmolzenen Zustand übergeht oder schweißwarm wird.

i. Nächst dem rothbrüchigen Eisen erleidet es in der Glühhitze den stärksten Abbrand.

k. Durch das Härten oder durch das Ablöschen im Wasser wird es durchaus nicht härter.

l. Vom Etzwasser wird die Oberfläche dieses Eisens am mehrsten weiß.

m. Es löst sich in geringerer Menge, als die übrigen härteren Eisenarten, in Salpetersäure auf, und erfordert davon eine sechsfache Quantität.

Wenn dieses Eisen, neben seiner Weichheit, auch zugleich zähe und dicht, oder von schwarzen Streifen und Rändern, nach dem Feilen, Härten und Poliren, frei ist, so kann man es zu den seltensten und besten Eisenarten rechnen. Wie man die Weichheit des Eisens befördern kann, geht aus dem hervor, was ich vorhin (§. 115.) über die Verminderung der Härte gesagt habe. Außer wenn das Eisen in der sogenannten Brockenschen Brechschmiede verarbeitet wird, gewinnt es auch durch das Gerben, oder durch das wiederholte Schweißen, Zusammenarbeiten und Ausrecken sehr viel an Weichheit; nur muß das Schweißen mit gehöriger Behutsamkeit geschehen, vorzüglich wenn die Arbeit bei Steinkohlen verrichtet wird, damit keine offene Ränder und undichte

Stel-

Stellen bleiben, wodurch das Eisen zu feinen Arbeiten und zum Drathziehen unbrauchbar werden würde.

Mit der Weichheit des Eisens ist aber nicht immer Zähigkeit verbunden, und daher ist das weichste Eisen nicht immer zum Drathziehen, um der Abnutzung zu widerstehen, oder schwere Lasten zu tragen, anwendbar. Auch zur Stahlbereitung wird dieses Eisen nicht gesucht, — indem es zwar einen feinen, aber einen sehr weichen Stahl giebt, welcher in mehreren Schweißhitzen und bei dem öfteren Umarbeiten nicht so beständig ist, als der aus hartem Eisen gebrannte Stahl.

§. 117. Versuche über die Zähigkeit, Stärke und Spannkraft des Eisens.

Die vorzüglichsten Kennzeichen und Abarten des zähen Eisens sind oben (§. 82.) angeführt, und lassen sich auch aus dem abnehmen, was ich so eben vom harten und weichen Eisen gesagt habe. Das zähe Eisen ist nämlich stärker, als das weiche Eisen, kann mehr Lasten tragen und ist zum Drathziehen, wozu man vorzüglich ein zähes Eisen haben muß, brauchbarer. Hr. Quist hat sehr viele Versuche angestellt, um die Zähigkeit, Härte und Spannkraft verschiedener zu Drath gezogener Eisen- und Stahlarten zu prüfen; er hat dazu eine besondere Maschine vorgerichtet, welche in Zollen und Linien abgetheilt ist, von welchen letzteren 16 auf einen Zoll gehen. Sie zeigt, um wie viel sich ein gewisses Ende Drath ausrecken oder strecken läßt, ehe es bricht, wodurch die Stärke und zugleich auch die Zähigkeit des Eisens bestimmt wird. Durch das Hin- und Herbiegen unter einem rechten Wincel in gewissen bestimmten Graden, prüfte er die Zähigkeit allein. Die Spannkraft mittelte er dagegen dadurch aus, daß er den Drath, bei einer gewissen Länge, mit dem einen Ende befestigte und das andere Ende durch Gewichte, nach verschiedenen Graden, die durch einen Gradbogen angegeben wurden, nieder-

niederbog. Da Herr Quist mir diese sorgfältig angestellten Versuche mitzutheilen die Güte gehabt hat, und da sie einen großen Aufschluß bei der Vergleichung der Schwedischen Eisenarten und Drathsorten mit dem ausländischen gewähren, so werde ich hier einen kurzen Auszug aus jener Abhandlung mittheilen.

Die Vergleichung ward vorzüglich zwischen dem stärkeren sogenannten **Kardedrath** von Iserloh in der Grafschaft Mark, und zwischen derselben Drathsorte aus schwedischem Eisen, welche zu Stockholm in der Fabrik des Hrn. **Eckermann** angefertiget wird, angestellt. Das Materialeisen zu diesem letzteren Drath wird in eben der Fabrik durch das Verarbeiten der alten Nägel und Eisenbrocken von den Grobschmieden erzeugt, wodurch man einen Drath erhält, der dem deutschen nicht nachsteht. Der Iserloher sogenannte **gemeine** oder **geringe Drath** kommt mit No. 1. des Schwedischen Rolldraths überein, und die übrigen Drathsorten erhalten nach ihrer zunehmenden Feinheit, nämlich nach den Löchern des Zugeisens, ebenfalls die Nummern 1. 2. 3. 4. u. s. w. — In Rücksicht der **Stärke** und **Zähigkeit** zeigten diese Drathsorten im ungeglüheten und geglüheten Zustand folgendes Verhältniß:

1. Gemeiner Iserloher Drath.				2. Gemeiner Stockholmer.			
Länge.	streckte sich.	brach bei.		Länge.	streckte sich.	brach bei.	
Zoll.	Linien.	Zoll.	Linien.	Zoll.	Linien.	Zoll.	Linien.
6	9	=	2	6	9	=	2
4	1	=	1½	4	1	=	1½
3	5	=	1	3	5	=	1
3. Derselbe geglühet.				4. Derselbe geglühet.			
10	1	1	1	10	1	1	1

Er ließ sich nachher noch 11 Linien strecken.

Ließ sich nachher noch 9½ Linien strecken.

5. Iser=

5. Iserloher Drath No. 1.

Länge. Zoll.	streckte sich. Linien.		brach bei. Zoll.	Linien.
10	10	⸗		1
10	1	⸗		1½
9	9	⸗		½
8	1	⸗		1
6	1	⸗		1
44	6	⸗		5

6. Stockholmer No. 1.

Länge. Zoll.	streckte sich. Linien.		brach bei. Zoll.	Linien.
10	12	⸗		2
10	1	⸗		1½
5	9	⸗		½
4	9½	⸗		1
4	9	⸗		½
35	8½	⸗		5½

7. Iserloher Drath No. 3.

10	1	⸗	1
9	14	⸗	1
9	13	⸗	1
29	12	⸗	3

8. Stockholmer No. 3.

10	1	⸗	1
5	9	⸗	½
15	10	⸗	1½

9. Iserloher Drath No. 4.

6	13	⸗	1
6	9	⸗	1
13	6	⸗	2

10. Stockholmer No. 4.

6	13	⸗	1
6	12	⸗	½
13	9	⸗	1½

Die Verschiedenheit in der Federkraft beider Dratharten ergab sich durch die an einem Ende der ungeglüheten Dräthe aufgehängten Gewichte.

11. Gemeiner Drath v. Iserloh.

2 Zoll lang unter einem Winkel von 48 Graden gebogen

belastet mit Loth.	bog sich Grade.	richtete sich Grade.
1	2	48
2	3½	48
3	6	47
4	9	43
5	10	42
6	11	40

12. Gemeiner Stockholmer.

2 Zoll lang unter einem Winkel von 48 Graden gebogen

belastet mit Loth.	bog sich Grade.	richtete sich Grade.
1	1	48
2	2½	48
3	4	48
4	7	47½
5	10	45
6	11	40

Er

Er ließ sich selten mehr als einmal unter einem rechten Winkel biegen, ohne zu brechen, und das Zusammenbiegen verstattete er gar nicht. Im Bruche war er theils dunkel und sehnig, theils weiß. Beim Brechen durch das Biegen spaltete er gewöhnlich und die innere Hälfte des Bugs hielt oft zusammen, wenn die äußere brach.

Ließ sich dreimal im rechten Winkel hin und her biegen, ehe er brach, war im Bruch mehr weiß und gleichförmig, als der Iserloher. Spaltete sich nicht, und ließ sich ganz zusammen und wieder zurückbiegen, ehe er brach.

Dieser Versuch ward mit denselben Stahlarten, die aber geglüht waren, wiederholt.

13. Gemeiner Iserloher. Einen Zoll lang, stand bei 49 Graden.

Belastet mit Loth.	bog sich Grade.
4	$46\frac{1}{2}$
6	42
8	41
12	40
16	39
32	$38\frac{1}{2}$

Ließ sich 3 bis 5mal unter einem rechten Winkel hin und her biegen, ehe er brach.

14. Gemeiner Stockholmer. Einen Zoll lang, stand bei 49 Graden.

Belastet mit Loth.	bog sich Grade.
4	$48\frac{1}{2}$
6	43
8	42
12	$40\frac{1}{2}$
16	40
32	39

Ließ sich 5 bis 8mal unter einem rechten Winkel hin und her biegen, ehe er brach.

Herr Quist hat mehrere solche Versuche mit den Iserloher und Stockholmer Dräthen No. 3 und 4. angestellt, die ich hier aber übergehe, weil der Erfolg ungefehr derselbe war.

Englischer Stahldrath, oder zu Drath gezogener Stahl, der in Rücksicht der Freiheit mit dem Schwedischen

dischen Drath No. 12. übereinkam, verhielt sich in Rücksicht der Zähigkeit folgendergestalt.

15. **Ungeglüheter** Englischer Stahldrath, 6 Zoll und 1 Linie lang, streckte sich 4 Linien, sprang dann ab, und zeigte dabei so viel Federkraft, daß sich die Enden einander bis auf eine Linie näherten. Unter einem rechten Winkel ließ er sich nicht biegen, ohne zu brechen, wohl aber ließ er sich rund zusammen legen. Beim Abbrechen durch das Biegen verlor das Gefüge an Dichtigkeit und an Feinheit.

16. **Geglüheter** Englischer Stahldrath, 5 Zoll und eine Linie lang, streckte sich 10 Linien, ehe er brach, welches in der Mitte des Drathes und mit eben der Federkraft, als bei 15 geschah. Er ließ sich 4 bis 5mal unter einem rechten Winkel hin und her biegen, ehe er brach, auch konnte man ihn ganz zusammenlegen und dann wieder zurückbiegen, wobei er aber abbrach. Er hatte ein feines körniges Gefüge und war durchaus dicht. In Rücksicht der Spannkraft verhielt sich dieser englische Stahldrath folgendergestalt.

17. Ein **ungeglühetes** zwei Zoll langes Stück stand bei 49 Grad, bog sich bei einer Belastung von 12 Loth, einen Grad, und schlug sich zu 49 Grad auf. Bei 24 Loth schlug er sich zu 49 Grad, bei 32 Loth zu $46\frac{1}{2}$ Grad, bei 38 Loth zu 44 Grad auf.

18. Derselbe Drath, aber **geglühet**, stand bei 49 Graden. Mit einer Belastung von 12 Loth schlug er sich zu 46 Grad auf, mit 16 Loth zu $44\frac{1}{2}$ Grad, mit 24 Loth zu 40 Grad, mit 32 Loth zu 37 Grad und mit 38 Loth zu 35 Grad 5 Linien.

19. **Eisendrath von Jäder** No. 20., 7 Zoll 9 Linien lang, reckte sich eine Linie und brach.

20. Derselbe Eisendrath verhielt sich in Rücksicht der Spannkraft dergestalt, daß ein Stück von der Länge eines Zolles bei 49 Grad gerade stand. Mit 6 Loth belastet blieb er bei 49 Grad, mit 7 Loth bei $48\frac{1}{2}$ Grad,

mit

mit 8 Loth bis 48 Grad, mit 12 Loth bei 46½ Grad, mit 14 Loth bis 45 Grad, mit 16 Loth bei 44 Grad und mit 32 Loth bei 40 Grad.

Wenn der Drath unter einem rechten Winkel gebogen ward, so brach er immer das zweite mal und hatte einen sehnigen Bruch mit kleinen weißen Flecken. Er spaltete sich eine Elle lang und länger.

Es geht aus diesen Versuchen hervor:

a. Daß der Stockholmer Drath eben so stark und noch etwas zäher und elastischer ist, als der Iserloher. Er rostet leichter als dieser, welches aber ohne Zweifel daher rührt, daß zum Zusammenschweißen des Materialeisens salzartige Substanzen gebraucht werden.

b. Ungeglühet läßt sich der Stockholmer Drath etwas länger strecken, als der Iserloher, aber geglühet etwas weniger, als dieser.

c. Der Stockholmer Drath läßt sich öfterer hin und her biegen, als der Iserloher, ehe er bricht.

d. Der Drath von Jäder läßt sich am längsten strekken, ehe er bricht, verträgt aber kein so starkes Biegen und besitzt die wenigste Elasticität.

e. Der Schwedische Drath von Skebo, womit bei einer andern Gelegenheit Versuche angestellt wurden, läßt sich nicht so stark biegen, als der Iserloher, aber er ist dichter und spaltet weniger.

f. Obgleich der Iserloher Drath aus dem guten märkischen Osemundeisen angefertigt ist, so ist er doch sehr ungleichartig und zum Spalten geneigt, welchen Fehler der Stockholmer Drath nicht besitzt.

g. Der Stockholmer Drath ist daher besser, als der Iserloher und als unsere übrigen Schwedischen Drathарten.

h. Es geht daraus der Nutzen eines vorsichtigen Brockenschmelzens und der Anfertigung kleiner Eisenfrischstücken hervor.

i. Der

i. Der geglühte Stahldrath verhielt sich beim Strekken zum ungeglüheten, wie 5 zu 1.

k. Der ungeglühete Stahldrath verhielt sich zum geglüheten Eisendrath, wie 7 zu 1.

l. Daß der Stahldrath mit einer größeren Kraft abspringt, beweiset, daß der Stahl eine weit größere Elasticität als das Eisen hat.

m. Die hellste Farbe auf dem Bruch mit Sehnen oder Adern, zeigt gewöhnlich das zäheste Eisen an.

Ausführlichere Versuche über die Zähigkeit, oder über die zusammenhängende Kraft des Eisens, vermöge welcher es dem Abreißen durch aufgehängte Gewichte widersteht, und eine Vergleichung mit der Zähigkeit anderer Metalle, findet man in **Musschenbroeks** Abhandlung de firmitate Corporum, so wie auch in seiner Physik in dem Abschnitt von dem Zusammenhange, oder von der Cohärenz der Körper *). Man vergleiche mit dem eben Angeführten dasjenige, was ich oben (§. 75.) von der Wirkung des Feuers auf die Zähigkeit des Eisens und von der Spannkraft (§. 30.) gesagt habe. Schon im §. 68. meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens habe ich beim Materialeisen zu Drath angeführt, daß das Drathziehen die stärkste Probe von der Zähigkeit des Eisens sey.

§. 118.

*) Wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes theile ich hier die neuern Versuche des Hrn. Guyton Morveau über die Tenacität oder Cohäsion der dehnbaren Metalle mit. (Uebers. in Gilberts Ann. d. Phys. Neue Folge. B. IV. S. 213.)

Ein cylindrischer Drath von 2 Millimeter (0,877 Par. Linien) Durchmesser aus	trug, bis er riß, ein Gewicht von Kilogr.	(oder Paris. Pf.)
Eisen	249,659	510,2
Kupfer	137,399	280,7
Platin	124,690	254,7
Silber	85,062	173,8
Gold	68,216	139,3
Zink	49,790	101,7
Zinn	15,740	32,1
Blei (nach der anfänglichen Dicke zu rechnen) . . .	5,623	11,5

§. 118. Vom Drathmaas, oder vom Sortiren des Eisen- und Stahldrathes nach regelmäßigen Nummern.

Ich habe mich bereits im §. 56. meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens darüber erklärt, daß man unsere Nägelsorten nach ihrer verschiedenen Größe und Stärke und nach ihren Preisen, zufolge der Progressionen ihres Gewichts, zu Hunderten oder zu Tausenden sortiren sollte; eben so habe ich dort auch schon darauf hingedeutet, daß die schwedischen Drathsorten von einer und derselben Nummer aus verschiedenen Drathziehereien und mit den ausländischen Drathsorten verglichen, nicht übereinstimmen, sondern daß sie eine ganz verschiedene Stärke haben. Ich habe daher versucht, ob man die Drathsorten nach ihren verschiedenen Nummern nicht so sortiren könnte, daß sie durchgängig und in allen Drathziehereien einerlei Bedeutung erhalten, so daß man alsdann aus der Bestimmung des Gewichts einer gewissen Länge des Drathes einen sicheren Schluß auf die Dicke oder Stärke desselben machen kann, damit der Käufer bei einer und derselben Drathnummer auch versichert seyn kann, den Drath, er mag inländischer oder ausländischer seyn, immer von einerlei Stärke zu erhalten.

Zu diesem Zweck nahm ich von allen schwedischen Eisendrathsorten von No. 1 bis 24 genau eine Elle, und wog sie auf einer Waage ab, die schon bei $\frac{1}{16}$ Aß einen Ausschlag gab, wobei ich voraussetzte, daß das Gewicht bei einer gleichen Länge mit dem Durchmesser, oder mit der Stärke des Draths, in einem gewissen beständigen Verhältniß stehen müsse. Durch die Berechnung konnte ich aber durchaus keine feststehende mathematische Progression ausmitteln, um die Gewichte einer bestimmten Länge von Drath mit seiner Nummer oder seiner Stärke in Uebereinstimmung zu bringen.

 Die

Die Ursache dieser Abweichung sind theils die Verschiedenheit des eigenthümlichen Gewichts des Eisens an sich selbst, theils die Veränderungen im specifischen Gewicht, welche das Eisen durch das stärkere oder schwächere Ziehen, so wie durch das stärkere oder geringere Glühen erleidet, theils auch die Schwierigkeit, ein im höchsten Grade genaues Loch im Zugeisen, wodurch der kleinste Unterschied bei den verschiedenen Drathnummern unter einander bemerkbar gemacht wird, zu erhalten. Es hat indeß doch seinen Nutzen, wenn man weiß, wie viel eine gewisse Länge von den gangbaren Drathsorten oder Nummern wiegt, so daß man in Ermangelung eines sogenannten Drathmaaßes, aus dem Gewicht des Drathes beurtheilen kann, zu welcher Nummer es gehört

Auch habe ich mit Hülfe einer feinen Scale (bei welcher ein Zoll auf die gewöhnliche Art durch parallele und transversale Linien in 200 Theile getheilt war) die Dicke oder den Durchmesser einer jeden Drathsorte auf das genaueste bestimmt und auf die Art gefunden, daß die gröbste Sorte No. 1. $\frac{30}{200}$ Zoll und die feinste No. 24. $\frac{1}{200}$ im Durchmesser hat. Eine Elle von No. 1 wog 17124 und von No. 24 165 sechszehntel Aß; die übrigen Sorten aber nach folgendem Verzeichniß, bei welchem ich, um die Brüche zu vermeiden, die Gewichte in Sechszehntel-Assen angegeben habe.

Nummer des Draths.	Durchmesser in $\frac{1}{200}$ Zoll.	Gewichte einer Elle in $\frac{1}{16}$ Aß.
1	30	17124
2	28	11856
3	26	10183
4	24	8000
5	22	6848
6	20	5764
7	18	4508
8	16	3598

Num-

Nummer des Draths.	Durchmesser in $\frac{1}{200}$ Zoll.	Gewichte einer Elle in $\frac{1}{16}$ Aß.
9	14	3100
10	12	2679
11	10	2258
12	9	1836
13	8	1542
14	7	1188
15	6	1026
16	5	864
17	$4\frac{1}{2}$	702
18	4	619
19	$3\frac{1}{2}$	536
20	3	453
21	$2\frac{1}{2}$	407
22	2	361
23	$1\frac{1}{2}$	263
24	1	165

Wenn man diese Dratharten als Cylinder von gleicher Länge ansieht (welches sie doch auch wirklich sind), so sollten sich ihre inneren Massen oder ihre Gewichte wie die Quadrate ihrer Durchmesser gegen einander verhalten. Dieses Verhältniß will aber bei den eben genannten Gewichten der verschiedenen gangbaren Dratharten nicht eintreffen. Gröbere Dratharten, z. B. der Gürtler- Fenster- und Kupferschlägerdrath u. s. f., haben keine bestimmte Stärke, sondern richten sich nach den jedesmaligen Bestellungen. Feinere Drathsorten, z. B. der **Kardendrath** fängt mit No. 1., oder dem gemeinen **Kratzendrath** an (welche Nummer mit No. 17 übereinstimmt), und geht dann bis No. 11, so daß No. 8 (welche auch No 4 Null heißt) auf der Iserloher Ziehscheibe mit der obigen Sorte No. 24 übereinstimmt. Eine Elle Iserloher Drath mit No. 9 bezeichnet wiegt 144, No. 10 122 und No. 11 97 sechszehntel Aß. Unser gewöhnlicher Schwedischer Rolldrath, der als Klavier-

und

und Harfendrath gebraucht wird, fängt mit Null Null (00) oder mit No. 20 an, und geht dann mit seinen Nummern 0, 1, 2 u. s. f. bis No. 12, oder bis zu der feinsten Sorte.

§. 119. Vom rothbrüchigen Eisen.

Das rothbrüchige Eisen kommt mit dem weichsten Eisen am mehrsten überein, und kann als eine schlechtere Art desselben angesehen werden, weshalb von diesem Eisen im Allgemeinen gilt, was ich vom weichen Eisen angeführt habe.

1. Das rothbrüchige Eisen unterscheidet sich von den übrigen vielen Eisenarten durch folgende Kennzeichen:

a. Die Farbe ist mehrentheils bläulich grau.

b. In der Kälte ist es sowohl unter dem Hammer als auch gegen den Meißel und gegen die Feile recht weich; auch läßt es sich oft hin und her biegen, ehe es bricht.

c. Im Bruch hat es eine lichte Farbe und ist sehnig. Gewöhnlich ist es undicht und zu polirten Arbeiten unbrauchbar.

d. Es hat wenig Spannkraft und läßt sich daher zu feinen Dräthen nicht anwenden.

e. Im Feuer giebt es seine Eigenschaften vorzüglich zu erkennen; in einer starken Schweißhitze wirft es nämlich grobe rothe Funken, läßt sich auch schmieden und strecken, bekommt aber immer Kantenbrüche, besonders wenn es anfängt rothwarm zu werden. Ein etwas platter Eisenstab läßt sich nicht über die Kante biegen, ohne zu brechen. Es läßt sich schwer schweißen und erleidet in der Hitze den stärksten Abbrand.

f. Es rostet, oder zieht die feuchte Luft von allen Eisenarten am stärksten an; auch löset es sich am leichtesten in Säuren auf. Beim Anlaufen, beim Ablö-

schen

schen im Wasser und beim Etzen verhält es sich übrigens eben so als das weiche gutartige Eisen.

g. Wenn man es glühend im Wasser ablöscht, so verbreitet es einen feinen Schwefelgeruch. Einen ähnlichen nur nicht so starken Geruch kann man beim Schmieden des Eisens in der Rothglühhitze bemerken.

h. Durch das Cementiren mit brennbaren Substanzen im Stahlofen erhält man aus dem rothbrüchigen Eisen einen harten rauhen Brennstahl, der aber beim Schmieden leicht schmelzt und daher **Flottstahl** heißt. Wenn das Eisen in einem hohen Grade rothbrüchig war, so wird der Stahl so unbändig, daß man ihn kaum bearbeiten kann; ein geringer Ansatz von Rothbruch ist einem gewandten Arbeiter aber sehr angenehm, weil solches Eisen den stärksten, härtesten und feinsten Stahl giebt. Weil man in Schweden kein recht rothbrüchiges Stabeisen aus bloßen rothbrüchigen Erzen und ohne Gattirung mit anderen Erz- oder Roheisenarten erhalten kann, so habe ich die Eigenschaften des rothbrüchigen Eisens und seine Grundbestandtheile nicht genau untersuchen und kennen lernen können. Kein Hohenofenmeister braucht rothbrüchige Erze allein, ohne sie mit anderen zu vergattiren, und wenn das Roheisen doch noch rothbrüchig ausfallen sollte, so fordert der Frischer gutes Roheisen, um jenes durch dieses zu verbessern. Deshalb ist alles im Handel vorkommende Stabeisen nur sehr wenig und unmerklich, oder nur auf dem einem oder anderen Ende des Stabes rothbrüchig, übrigens aber gutartig. Dies letztere ist der gewöhnliche Fall, und, wie mir scheint, schlimmer, als wenn der geringe Rothbruch überall gleichförmig vertheilt wäre. Die Grade des Rothbruchs sind ganz außerordentlich ververschieden und gehen von der höchsten Stufe, wobei sich das Eisen in der Rothglühhitze durchaus nicht bearbeiten läßt, bis zu dem Zustande, in welchem es beim Schmieden einzelne kleine Risse zeigt und nach und nach

immer

immer weniger und weniger rothbrüchig wird, so daß es im niedrigsten Grade des Rothbruches endlich ein zähes Eisen wird. Man kann daher wohl auf die Vermuthung kommen, daß das zähe, gutartige und weiche Eisen ein mit einem geringen Rothbruch versehenes Eisen ist.

1. Das rothbrüchige Eisen nimmt endlich auch durch das Streichen die magnetische Kraft am schnellsten an.

2. Die Metallurgen haben mehrere Ursachen der Rothbrüchigkeit des Eisens angegeben. **Horn** nimmt an (Essays converning iron and stul), daß die Eisenerze aus zweierlei Art von Erden, nämlich aus gemeiner und metallischer Erde bestehen, die durch Salz und Schwefel mit einander verbunden sind, und leitet von den ungleichen Verhältnissen dieser Bestandtheile die Verschiedenheiten der Eisenarten ab, so daß z. B. das Roheisen sowohl als das Stabeisen rothbrüchig wird, wenn die gemeine Erde das Uebergewicht hat, welches Herr **Horn** dann näher zu erklären sucht. Es läßt sich aber nicht erweisen, daß eine solche gemeine und unmetallische Erde mit einem geschmeidigen Metall verbunden seyn könne, und wenn dies wirklich der Fall wäre, so müßte sie die Geschmeidigkeit des Eisens nach dem Abkühlen mehr verhindern als befördern, weshalb diese Ursache des Rothbruchs nicht gegründet seyn kann. — Andere haben dem in den Erzen befindlichen Kupfergehalt, der mit in das Eisen übergehen und dasselbe rothbrüchig machen soll, Schuld gegeben. **Hr. v. Stockenström** führt einen Versuch an, bei welchem eine sogenannte Eisensau, nämlich ein Stück gefrischtes Eisen aus einem Krummofen in einer Kupferhütte, welches einige Procent Kupfer enthielt, in einem Osemundheerde eingeschmolzen ward. Als das erhaltene Osemundeisen nachher im Frischfeuer umgearbeitet werden sollte, war es im höchsten Grade rothbrüchig und so unbändig, daß es sich bei aller Mühe kaum zu Stäben ausrecken ließ, auf deren Oberfläche sich eine deutliche Kupferhaut zeigte,

die man mit dem Messer abschaben konnte. — Die wenigsten Erze haben indeß einen Kupfergehalt, der sich leicht vermeiden läßt, auch erhält man oft rothbrüchiges Eisen, wo nicht die allergeringste Spur von Kupfer aufzufinden ist. — Hr. Gerhard führt in seinen Bemerkungen zu Jars metallurgischen Reisen *) ein Beispiel von alten Schönebecker Salzpfannenblechen an, die aus ganz gutem Eisen gemacht waren und nachher rothbrüchiges Eisen gaben. Ohne Zweifel rührt dieser Rothbruch von dem Pfannenstein, oder von dem salzsauren Kalk her, der sich aus der Schönebecker Salzsoole absetzt, denn der Rothbruch kann durch jede Säure, die in das Eisen eindringt, entstehen. Daß sich in dem vorliegenden Fall die Salzsäure, in Verbindung mit Kalk, durch die Hitze in das Eisen frißt und es rothbrüchig macht, ist um so glaublicher, als aus den Versuchen über die Behandlung des Eisens mit fixem Salmiak (§§. 29. 30. und 270, V. 6.) hervorgeht, daß das Eisen dadurch außerordentlich zum Rosten geneigt wird, und beim Schmieden Kantenbrüche erhält.

Die gewöhnlichste und wahrscheinlichste Ursache des Rothbruches ist die Vitriol- oder Schwefelsäure **), die im Mineralreich häufig vorkommt, sehr feuerbeständig ist und zum metallischen Eisen eine sehr starke Anziehung hat. Dieses ist durch alltägliche Erfahrung so bekannt, daß es keines weitern Beweises bedarf. Man bemerke indeß:

a. Daß alle Eisenerze, die entweder mit sichtbarem Schwefelkies, mit schwarzer Hornblende oder mit schwarzem Glimmer zusammen brechen, oder solche Erze, die in ihren Ablösungen und Klüften, wenn sie einige Jahre lang an der freien Luft gelegen haben, eine Rostfarbe annehmen, folglich offenbar solche Säure enthalten, ausgemacht rothbrüchiges Eisen geben.

b. Al-

*) B. II. S. 646.

**) Im Eisen ist jedoch nicht die Säure als solche, sondern der aus der Säure reducirte Schwefel enthalten.

b. Alles rothbrüchige Eisen zieht die feuchte Luft mit der größten Begierde an, und rostet dadurch, oder wird zu einem gelben Kalk zerfressen. Daß der Rost nicht von alkalischen Salzen herrühren könne, habe ich an einem andern Ort gezeigt (§. 214, 2.). Auch zu vieles Alkali, wie z. B. in den Wiesenerzen vorkommt, kann diesen Rost nicht bewirken, sondern verursacht vielmehr etwas Kaltbruch (§. 249, 9.). Daß die in dem Rost befindliche Säure ohne Zweifel vitriolischer Natur ist, läßt sich daraus schließen, daß der Eisenrost mit Adstringentien die schwärzeste Farbe giebt. Den Gerbern ist dies sehr wohl bekannt, indem sie zur schwarzen Lederfarbe gewöhnlich das am mehrsten verrostete Eisen nehmen.

c. Das rothbrüchige Eisen giebt beim Schmieden und Ablöschen im Wasser einen feinen Schwefelgeruch, der auch zum Vorschein kommt, wenn man Feilspäne von diesem Eisen mit Kohlenstaub unter der Muffel röstet.

d. Wenn man unter dem Schweißsand etwas Schwefel mengt und ihn auf das Eisen in den Frischheerd wirft, so wird das beste Eisen unbändig und kantenbrüchig.

e. Wenn man das Eisen, wie es in England geschieht, bei Steinkohlen schmelzt, so wird es brüchig und mürber in der Hitze. Dasselbe erfolgt, wenn beim Ausschmieden des Eisens bei Steinkohlen, zufällig schwefelhaltige Steinkohlen auf das Eisen geworfen werden.

Auch andere Säuren können einen Rothbruch verursachen, und es ist sehr wahrscheinlich, daß die Säure im Flußspath und andern Säuren, die in den beibrechenden Gebirgsarten mit den Eisenerzen vorkommen und nicht durch gehöriges Rösten ausgetrieben werden, diese Unart hervorbringen. Die Erfahrung lehrt, daß selbst brandige Kohlen, oder die Holzsäure in diesen Kohlen, das Eisen im Frischheerd sowohl, als in

den

den kleinen Schmiedeheerden rothbrüchig machen kann (§. 106, 2, c).

3. Die Methode, das rothbrüchige Eisen zu verbessern, muß sich nach den Ursachen des Rothbruches richten, und weil die Schwefelsäure die gewöhnlichste ist, so hat man schon viel gewonnen, wenn man diese verjagt. Andere weniger feuerbeständige Säuren werden alsdann zugleich mit verflüchtiget.

a. Die Schwefelsäure verflüchtiget sich in der Hitze durch einen Zusatz von vielem Brennbaren und unter dem Zutritt der Luft. Das erste und sicherste Mittel, die Erze von dieser Unart zu befreien, besteht daher darin, daß man sie in der freien Luft röstet oder brennt. Gewöhnlich geschieht dies in offenen Röststadeln, wobei man den beabsichtigten Zweck ungemein befördert, wenn man die Erze in kleine Stücken zerschlägt, wenn man viel Kohlenlösche zwischen und über den Erzen als Brennmaterial anwendet, und wenn man das Röstfeuer so langsam als möglich glühen läßt. Auch ist es gut, wenn man solche Erze zweimal röstet, so daß man sie zwischen dem ersten und zweiten Rösten ein Jahr lang an der freien Luft liegen läßt und sie nach dem zweiten Rösten so lange bedeckt hält, bis man sie verschmelzt *). Ein Zusatz von Kalk ist zwar als Fluß im Hohenofen nothwendig, aber den Rothbruch benimmt er dem Erz nicht. Zuweilen, wenn die Erze schlecht geröstet sind, kann der Kalkzuschlag schaden. Die beste Methode, rothbrüchiges Erz zu rösten, scheint die zu seyn, daß man es im Ofen bei Flammenfeuer, wie den Kalk brennt; man muß aber auch zugleich Kohlenstaub oder Lösche anwenden, womit das Erz, nach dem Verfahren des Hrn. Quist, geschichtet wird.

b. Im Frischheerd läßt sich das rothbrüchige Roheisen durch einen zweckmäßigen Feuerbau und durch gehö-

*) Ganz vorzüglich zu empfehlen ist es, die Erze nach dem ersten Rösten im Wasser abzulöschen.

gehörige Behandlung von Seiten des Frischers, bedeutend verbessern. Eine sehr geneigte Form und der fleißige Gebrauch von gutartiger Gaarschlacke sind dazu die Mittel *).

c. Auch durch das Umarbeiten verliert das rothbrüchige Eisen etwas von seiner Unart. **Hr. v. Stockenström** hat einen solchen Versuch mit rothbrüchigem Osemundeisen angestellt, welches beim ersten Einschmelzen im Blechfeuer so brüchig war, daß man kein einziges Blech daraus schmieden konnte. Als die rissigen Bleche im Frischfeuer umgearbeitet wurden, ließen sich daraus ziemlich gute Stäbe schmieden, die keine Kantenbrüche bekamen.

Das schlechteste Verbesserungsmittel scheint mir das zu seyn, rothbrüchiges Eisen im Frischheerd mit kaltbrüchigem zusammen zu verarbeiten. Beide Eisenarten gehen nicht einmal im Hohenofen, also noch viel weniger im Frischheerd eine Verbindung mit einander ein, sondern bleiben gewöhnlich von einander abgesondert. Alles, was man durch ein solches Verfahren im Frischfeuer gewinnt, besteht darin, daß man Stangen erhält, die an dem einen Ende Querbrüche bekommen und zähe sind, an dem andern Ende aber ein glattes Ansehen haben und Sprödigkeit besitzen, so daß das Eisen fast zu allem unbrauchbar ist. — Ueber das rothbrüchige Eisen kann man noch Hrn. **Polhem's** patriotisches Testament und meine Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens nachsehen.

§. 120. Von den Kennzeichen des kaltbrüchigen Eisens.

Was man unter kaltbrüchigem Eisen versteht, habe ich schon oben (§. 82.) auseinander gesetzt; hier wollen wir

*) Eigentlich soll aber der Hohenofenmeister immer vorarbeiten, und sich keinesweges auf den Frischer verlassen, dem nicht so viele kräftige Mittel, als ihm, zu Gebot stehen.

wir die Eigenschaften und die Kennzeichen des kaltbrüchigen Eisens, so wie die Gegenmittel gegen den Kaltbruch, näher kennen lernen. Die ersteren sind folgende:

a. Auswendig kann dies Eisen ein ganz gleichförmiges, glattes und schönes Ansehen haben, ohne Langrisse oder Kantenbrüche zu besitzen.

b. Kalt läßt es sich weder biegen noch schlagen, sondern es bricht ab, und zwar immer unter einem rechten Winkel mit der Fläche der Stange. Zuweilen bricht es so leicht, daß eine Stange, durch einen einzigen Hammerschlag an einem Ende, mit einem dumpfen Geräusch in mehrere Stücken zerfällt.

c. Auf dem frischen Bruch hat es eine weiße Farbe, die nicht ins Blaue spielt, und besteht aus glänzenden und schimmernden vielkantigen Körnern, die gröber oder feiner sind, je nachdem das Eisen mehr oder weniger kaltbrüchig ist. Wenn das kaltbrüchige Eisen nach dem Glühen langsam erkaltet, werden die Körner ebenfalls feiner; ein geübtes Auge kann solches Eisen indeß sehr leicht von dem körnigen guten Eisen unterscheiden, welches durch das Schmieden sehnig wird; eben so auch von dem Stahl, der durch das Schmieden eine feinere Textur erhält und der sich härten läßt, und endlich auch von dem verbrannten Eisen, welches ein schiefriges Korn und eine bläuliche Farbe hat.

d. Es läßt sich in allen Hitzgraden, von der weißen Schweißhitze an bis zum braunrothen Glühen, schmieden, biegen, drehen und zusammenlegen, wie man will, ohne daß es bricht oder reißt, und es verhält sich wie das weichste Eisen. Es giebt auch kaltbrüchiges Eisen, welches sich dann noch biegen läßt, wenn es die gewöhnliche Blutwärme hat, so daß man es mit den Händen anfassen kann. Beim Schmieden läßt sich nicht der geringste Geruch nach Arsenik, oder nach einem anderen Mineral bemerken.

e. Glü-

e. Glühend im Wasser abgelöscht erhält es zwar ein gröberes Korn, als vorher, aber es nimmt durchaus keine Härte an.

f. Durch das Gerben oder oft wiederholte Zusammenlegen und Zusammenschweißen wird es nicht verbessert, sondern noch sprödder und grobkörniger.

g. Es nimmt die magnetische Kraft später und in einem etwas schwächeren Grade an, als die zähen Eisenarten.

h. Es hat ein etwas größeres specifisches Gewicht, als das weiche Eisen *).

i. An der freien Luft rostet es nicht leicht.

k. Tröpfelt man etwas Salzsäure auf blankes kaltbrüchiges Eisen, so wird es davon augenblicklich angegriffen, erhält einen schwarzen Fleck, und wird unter Ausstoßung von vielen Dämpfen, auch ohne daß man die Wärme zu Hülfe nimmt, aufgelöst. Das weiche gute Eisen aus Dürrsteinerzen löst sich in dieser Säure nicht so schnell auf. Feilspäne von kaltbrüchigem Eisen lösen sich zwar heftiger, aber nicht in so großer Menge in Salzsäure auf, als Feilspäne von weichem Eisen.

l. Von einem Tropfen Scheidewasser wird die Oberfläche in der Kälte ebenfalls heftig angegriffen; es entsteht zuerst ein schwarzer Crocus, der bald grün wird, und dann eine Rostfarbe erhält. Das weiche Eisen erhält dagegen sogleich eine gelbe Rostfarbe, die nachher noch brauner wird. Durch Etzen mit schwacher Salpetersäure wird das kaltbrüchige Eisen weiß und blank, giebt aber doch sein schimmerndes und schattirtes körniges Gefüge zu erkennen, und löst sich langsamer und in geringer Menge auf, als das weiche Eisen. Durch die Auflösung in Vitriolsäure hinterläßt es einen noch größeren Rückstand, als das zähe Eisen, jedoch weniger als graues Roheisen und als der Stahl (§. 220.).

m. Im

*) Dies ist wohl nicht durchgängig der Fall.

m. Im offnen Feuer, oder in Kohlenstaub, schmelzt es schneller und leichter, als alles andere Eisen, und zwar schon in einer mäßigen Stahlbrennofenhitze (§. 270, III. c.).

n. Es nimmt zwar auf der Oberfläche einige Härte an, allein es ist durchaus nicht zum Stahlmachen zu gebrauchen. Auch läßt es sich als Stahl durchaus nicht, weder warm noch kalt bearbeiten, sondern fällt in körnigen Stücken auseinander.

o. Durch das Cementiren mit Knochenasche oder mit Kalk wird es auf keine Weise geschmeidiger oder weicher, welches doch beim härtesten Roheisen der Fall ist.

p. Gegen die Feile verhält es sich hart und giebt einen körnigen Feilspan; indeß greift es die Feile nicht stärker an, als das weiche Eisen.

q. Es hat gewöhnlich weniger Undichtigkeiten und Ränder, als das weiche Eisen, und nimmt eine gute Politur mit einer hellen Farbe an. Es ist daher zu feinen Arbeiten, die keiner starken Kraft zu widerstehen haben, sehr brauchbar.

r. Eisen, welches aus kalcinirten oder gerösteten kaltbrüchigen Wiesenerzen ausgebracht war, hatte einen größeren Kaltbruch, als das Eisen, welches, wie gewöhnlich, durch das Verschmelzen der rohen Erze im Hohenofen erzeugt worden war.

§. 121. Von den Ursachen der Kaltbrüchigkeit des Eisens.

Die Ursachen der sonderbaren Eigenschaften des kaltbrüchigen Eisens haben mehrere Metallurgen zu erforschen gesucht *), um durch die Kenntniß derselben auch zugleich ein Mittel zu finden, dieser Unart abzuhelfen, welches, wie sie meinen, für die Gegenden, die nur

*) Sie sind noch jetzt der Gegenstand der Preisaufgaben in mehreren Ländern.

nur bloß kaltbrüchige Erze besitzen, von dem größten Nutzen seyn müßte. Es ist indeß noch eine große Frage, ob diese Entdeckung wirklich so allgemein vortheilhaft seyn würde, weil sie Kosten verursachen und daher den Gewinn vermindern muß, ferner weil man überall gutes und zähes Eisen in reichlicher Menge erhalten kann, und weil das kaltbrüchige Eisen seine eigenthümlichen Vorzüge vor den übrigen Eisenarten besitzt *).

Ueberall, wo kaltbrüchige Erze vorkommen, sey es in Gebirgen, in Flötzlagern oder auf Wiesengründen, trifft man sie in großer Menge an, überall werden sie mit wenigen Kosten gewonnen, und niemals bedürfen sie einer Vorbereitung oder einer Röstung, sondern es genügt schon, wenn man sie durch Waschen mit Wasser von der anhängenden groben Erde reiniget. Sie sind leichtflüssig und gewöhnlich sehr reichhaltig, auch kommen sie gewöhnlich in der Nähe großer Waldungen vor. Man kann also das Eisen aus diesen Erzen mit den geringsten Kosten liefern, und zu manchen Zwecken ist es oft anwendbarer, als das zähe Eisen. In der Gestalt des Roheisens, z. B. zu Gußwaaren aller Art, zu Kochgefäßen, wodurch die Speisen nicht so sehr, als vom Roheisen aus Bergerzen geschwärzt werden, zu Bomben und überhaupt zur Ammunition, zu allerlei Zierathen, zu Oefen, Ballustraden, Statüen, Blumentöpfen, Vasen u. s. f., weil dieses Eisen die feinsten Gußwaaren giebt, wenn es in Sand- oder in Lehmformen abgegossen wird **). Auch das geschmiedete kaltbrüchige Eisen hat darin Vorzüge, daß es sich roth- und weißwarm am weichsten schmieden und am besten zu Nägeln verarbeiten läßt, die davon am besten und am glattesten ohne Schie-

*) Deshalb würde es doch immer sehr wichtig bleiben, die Ursache des Kaltbruchs genau zu kennen, um wenigstens solches Eisen, welches den Fehler des Kaltbruchs in einem sehr geringen Grade besitzt, gründlich zu verbessern.

**) Die vortreffliche, von dem verstorbenen Hrn. Konferenzminister, Grafen v. Einsiedel, angelegte Kunstgießerei zu Mückenberg ist allgemein bekannt.

Schiefer und Risse ausfallen. Die Nägel aus solchem Eisen lassen sich leicht schmieden, sind hart, lassen sich, ohne sich zu krümmen, in hartes Holz einschlagen, rosten wenig und können zu den wohlfeilsten Preisen geliefert werden. Außerdem läßt sich das kaltbrüchige Eisen auch zu eisernen Gittern und zu solchen verzierten Blechen, die bloß zum Dachdecken verarbeitet werden sollen, anwenden. Zu feinen Arbeiten hat dies Eisen, wie ich schon angeführt habe, den Vorzug, daß es dicht und gleichartig ist, und keine harte Stellen, oder sogenannte Kieselkörner enthält, welche die Feilen und die Waare verderben; es nimmt in der geringsten Hitze die größte Oberflächenhärtung an und läßt sich am schnellsten fein poliren, wobei es einen lichten Glanz bekommt, und dem Rost am mehrsten widersteht *). Bei allen diesen Anwendungen ist es aber am besten, wenn das kaltbrüchige Eisen nicht mit anderen rothbrüchigen oder zähen Eisenarten vermischt ist, weil es dadurch andere Eigenschaften erhält, undicht und ungleich wird, und zu den oben genannten Arbeiten nicht mehr tauglich ist.

Dieser und mehrerer Vorzüge des kaltbrüchigen Eisens ungeachtet, würde es nützlich seyn, und zur Aufklärung eines metallurgischen Problems dienen, wenn man die wahre Ursache dieser sonderbaren Eigenschaften ausmitteln und dem Kaltbruch abhelfen könnte. Ich will die Meinungen einiger vorzüglicher Gelehrten hier anführen.

1. Einige Hüttenleute und Metallurgen, vielleicht die mehrsten, sehen die beigemischten Halbmetalle, und unter diesen vorzüglich das Arsenik, das Spiesglas und der Zink, als die Ursache des Kaltbruches oder der Sprödigkeit des Eisens in der Kälte an. — Das Arsenik hat zwar viel Verwandtschaft zum Eisen und läßt sich auch nur

*) Dies Lob können indeß solche Erze nicht verdienen, die ein so kaltbrüchiges Eisen geben, daß es durch seinen Kaltbruch zu allen jenen Anwendungen ungeschickt wird, welches bei vielen Arten des muschlichen Raaseneisensteins der Fall ist.

nur schwer davon trennen; aber die Anwesenheit desselben verräth sich in der Glühhitze durch den eigenthümlichen Geruch, und aus den weiter unten (§. 164.) anzuführenden Versuchen geht hervor, daß das zähe Eisen, wenn man es durch Cementation mit Arsenik verbindet, beim Glühen und Ausschmieden zwar stark arsenikalisch riecht, aber weder warm noch kalt etwas von seiner Geschmeidigkeit verliert. Dieses zähe Eisen erhält durch die Verbindung mit Arsenik ganz andere Eigenschaften, als dem gewöhnlichen sogenannten kaltbrüchigen Eisen zukommen; es riecht nämlich, so wie es nur zu glühen anfängt, nach Arsenik, zerfällt beim Schmieden sowohl in der Roth- als in der Weißglühhitze zu körnigen Brokken, wobei es rothe Funken wirft, und ist daher sowohl in der Hitze als in der Kälte spröde oder brüchig. Bei der Auflösung in Säuren scheidet sich das Arsenik, welches unaufgelöst zurückbleibt, ab. Kaltbrüchiges Eisen wird dagegen durch die Cementation mit Arsenik in der Kälte eher etwas weicher als spröder, aber in der Weiß- und Rothglühhitze verliert es seine vorige geschmeidige Beschaffenheit, bekommt beim Schmieden Kantenbrüche, und ist daher in der Hitze und in der Kälte ungeschmeidig (vergl. §. 164.). Außerdem enthalten alle bei uns vorkommende kaltbrüchige Berg- und Wiesenerze nicht den geringsten erweislichen Antheil von Arsenik. Eben so verhält es sich auch mit dem Spiesglanz, welches durch seinen Schwefelgehalt eher Rothbruch verursachen sollte, aber aus den eben angeführten Gründen, nicht die Ursache des Kaltbruches seyn kann, vorzüglich wenn man erwägt, daß der Kaltbruch durch das starke Rösten der Erze bekanntlich nicht im mindesten gehoben wird, obgleich das Rösten das sicherste Mittel zu seyn pflegt, solche flüchtige Substanzen zu verjagen.

2. Das Zink mag einen größeren Antheil haben, denn die Bergerze, welche man in Flandern, im Luxenburgischen und in Frankreich verschmelzt, und welche

ein sprödes Eisen geben, das mehrentheils zu Gußwaaren benutzt wird, enthalten viel Gallmey, der sich durch die Zinkflamme und durch die Blumen, welche sich im Hohenofen anlegen, deutlich zu erkennen giebt. Herr **Gerhard** bemerkt ebenfalls, daß sich der Zink auf einigen Eisenhütten in Oberschlesien nicht allein im Hohenofenschacht als Ofenbruch, der oft abgestoßen werden muß, ansetzt, sondern daß er auch mit in das Stabeisen übergeht u. s. f. *). Weil aber das aus diesem Roheisen producirte Stabeisen nicht recht eigentlich kaltbrüchig ist, weil ferner nur sehr wenige kaltbrüchige Erze zinkhaltig sind, und endlich, weil ich gar kein sicheres Mittel kenne, Zink mit Eisen zu verbinden, so glaube ich den Zink von dem Vorwurf, Eisen kaltbrüchig zu machen, freisprechen zu können, vorzüglich weil sowohl das Roheisen als das Stabeisen durch das Cementiren mit Zinkblumen und mit Gallmey, eher geschmeidiger als weniger geschmeidig wird (§§. 73. 265.). Die übrigen Ganz- und Halbmetalle sind sowohl nach **Brand's** Versuchen (in den Abh. d. Königl. Schwed. Akademie d. Wissensch. für 1746 und 1751), als auch nach den an mehreren Orten in diesem Werke angeführten Mischungsversuchen, von dem Verdacht, daß sie die Ursache des Kaltbruches seyn könnten, völlig frei. Die Vermuthung neuerer Metallurgen: daß ein bisher noch unbekanntes Halbmetall den Kaltbruch bewirke, ist sehr glaublich, und man kann in dieser Rücksicht des Ritter **Bergmann's** Opuscula und Hrn. **Meyer's** Abhandlung mit einander vergleichen **). In der sechsten Abtheilung werde ich davon ausführlicher reden.

3. Hr.

*) A. a. O. S. 649. — Obgleich sich bei der Untersuchung auf dem nassen Wege weder Zink noch Blei in dem Stabeisen aus den zinkischen und bleiischen Eisenerzen Oberschlesiens auffinden läßt, so ist es doch wohl zu erwarten, daß die Weichheit — oder vielmehr die Faulbrüchigkeit — des schlechten Stabeisens aus jenen Erzen, die in einem hohen Grade das Ansehen des Kaltbruchs haben kann, vom Zink- und Bleigehalt herrührt.

**) Es ist bekannt, daß dieses vermeinte Halbmetall — Hyderosi-

3. Hr. **Horn**, der, wie ich oben angeführt habe, den Rothbruch durch einen Ueberfluß von gemeiner Erde, deren Existenz aber nur angenommen und nicht erwiesen ist, erklärt, glaubt die Ursache des Kaltbruches darin zu finden: „daß die gemeine Erde abgeschieden ist, und daß die Salz- und Schwefeltheile in unverhältnißmäßiger Menge zurückgeblieben sind, so daß die metallischen Theile zu sehr von einander entfernt werden, obgleich diese Entfernung nicht so beträchtlich ist, als wenn das Eisen zu sehr mit gemeiner Erde belastet wäre. Dies sey dann auch der Grund, weshalb das Eisen in der Kälte spröde ist, in der Hitze aber die stärksten Hammerschläge aushält." Ich konnte die Meinung eines so berühmten Eisenhüttenmannes nicht unangeführt lassen, muß aber bekennen, daß ich ihn nicht verstehe, und kann also noch weniger seiner Meinung beitreten. Es scheint jedoch, daß Hr. **Horn** den Kaltbruch aus einem Mangel an Erde ableiten will.

4. Dagegen behauptet Hr. **Cramer** (in seiner Metallurgie S. 236.), daß der Kaltbruch von einer schlakkigen Erdart herrührt, die durch zu weniges Schweißen in dem Eisen zurückgeblieben seyn soll. Es ist indeß eine erwiesene Thatsache, daß sich der Kaltbruch weder durch das Gerben, noch durch Schweißen und Umschmelzen vermindern läßt, und deshalb kann derselbe nicht durch die Beimischung schlackiger Theile entstehen, die sich sogar nicht einmal im Roheisen erweisen lassen.

5. In den Braunschweiger Anzeigen für das Jahr 1758 wird angeführt, daß ein unbekannter Schwedischer Schriftsteller im Jahr 1749 dem König von Schweden, auf Veranlassung einer von der Königl. Akademie der Wissenschaften in demselben Jahre aufgegebenen

Preis-

rosideum, Wassereisen — von Bergmann und Scheele entdeckt, hernach aber von den Entdeckern selbst und vom Herrn Meyer gleichzeitig als eine Verbindung der Phosphorsäure mit Eisen erkannt worden ist, und daß man seit der Zeit die Phosphorsäure als die Ursache des Kaltbruchs des Eisens ansah, bis Pelletier zuerst zeigte, daß nicht Phosphorsäure, sondern Phosphor im kaltbrüchigen Eisen enthalten sey.

Preisfrage, ein sogenanntes Arkanum übergeben habe, worin er die Ursachen des Kaltbruchs und die Mittel ihn zu heben, angiebt. Nach einigen Umschweifen und nach einem mystischen Raisonnement über Eisen und Eisenerze, wobei auch der Einfluß der Gestirne nicht leer ausgeht, stellt der Verfasser die Vermuthung auf, daß der Kaltbruch von den groben erdartigen Salpetertheilen herrühre, wovon man sich überzeugen könne, wenn man die Erze braunroth glühe und sie dann mit Wasser auskoche, indem man dadurch Salzkrystalle erhalte, deren Quantität mit dem Grade des Kaltbruches im Verhältniß stehe. Diesem zufolge soll man, um den Kaltbruch wegzubringen, die Erze pochen, sieben und in einem Reverberirofen, unter fleißigem Umrühren, bei Holzflamme kalciniren; dann soll man sie rothglühend in eine eingemauerte Pfanne schütten, und durch unter dieser Pfanne angebrachtes Feuer, unter beständigem Umrühren mit Wasser kochen, wobei so oft frisches Wasser zugegossen wird, bis dasselbe gar keine salzartigen Theile mehr aufnimmt. Aus diesem Eisenerzpulver soll man alsdann das zäheste Eisen im Hohenofen erhalten, und zur Belohnung für diejenigen, welche sich die Mühe geben wollen, diesen weitläufigen Proceß nachzumachen, verspricht ihnen der Verfasser aus den ersten Erztheilen das feinste Gold und aus dem Wasser die vortreflichste Universalmedicin.

Dieser glänzenden Versprechungen ungeachtet, habe ich mich doch nicht entschließen können, den mühsamen Proceß anzustellen. So viel ist gewiß, daß unsere kaltbrüchigen Erze, z. B. die Smäländischen Wiesenerze, ein feines alkalisches Salz enthalten, welches sich gleichzeitig mit dem Eisenocker niedergeschlagen hat und aus dem Pflanzenreich abstammt. Dieses Salz ist aber so flüchtig, daß es schon bei der schwächsten Glühhitze fortgeht und sich durch einen stinkenden urinösen Geruch zu erkennen giebt, wenn man das Erz mit etwas ungelösch-

tem Kalk und Wasser reibt. Durch die Destillation läßt es sich auch ganz deutlich in Verbindung mit bituminösem Wasser darstellen. Aus den geglüheten Wiesenerzen habe ich aber durch das Auslaugen nicht das geringste Salzartige weiter ausziehen können, es sey denn, daß bei der Destillation zufällig etwas zurückgeblieben ist. Andere kaltbrüchige Erze geben aber weder ein solches flüchtiges, noch ein anderes Salz, wenn sie nicht etwa Kies enthalten, welche Voraussetzung sich aber doch nicht füglich machen läßt.

6. Die Metallurgen, welche das Eisen aus einer metallischen Erde, mit einem gewissen Theil Phlogiston oder Brennbarem verbunden, bestehen lassen, leiten den Kaltbruch von dem Mangel an dieser Substanz her. Herr **Gerhard** ist derselben Meinung, und glaubt, daß die metallische Erde in dieser Eisenart die Eigenschaft habe, daß sie sich nicht mit einer gehörigen Menge von Phlogiston verbinden könne. Dies mag denjenigen glaubwürdig scheinen, welche die Sprödigkeit des Roheisens ebenfalls aus einem Mangel an Phlogiston ableiten; weil ich aber im Gegentheil bewiesen habe, daß der Ueberfluß des Brennbaren die Ursache der Sprödigkeit des Roheisens ist (§. 77, 11. 12. §. 78, 1.), und weil sehr viele Eigenschaften des kaltbrüchigen Eisens jene Vermuthung über seine Natur gar nicht bestätigen, so scheint mir der Mangel an Phlogiston keinesweges die Ursache des Kaltbruchs zu seyn. Jene Eigenschaften des kaltbrüchigen Eisens, worauf ich mich berufe, sind folgende: Im Bruch und in Rücksicht der Sprödigkeit gleicht es dem frischgebrannten grobkörnigen Stahl; es rostet nicht leicht an der Luft; es wird eben so, wie der Stahl, sehr stark von der Salpetersäure angegriffen, obgleich es sich nicht in so großer Menge, als das weiche Eisen, darin auflöst; der aus der Auflösung abgesetzte Ocker erhält sich länger schwarz und grün, als vom zähen Eisen; es läßt bei der Auflösung in Vitriolsäure einen

einen stärkeren schwärzeren Niederschlag zurück, als das zähe Eisen; es schmelzt bei einem Zusatz von Kohlenstaub schneller; mit mehrerem Brennbarem beim Stahlbrennen gesättiget, wird es in der Wärme und in der Kälte spröder und dem Roheisen ähnlicher; und endlich kann es ohne alle Zusätze einige Zähigkeit erhalten u. s. f., welche Eigenschaften doch sämmtlich mehr auf einen Ueberfluß, als auf einen Mangel an Phlogiston hindeuten.

7. Man sollte aus dem eben Angeführten wohl auf die Vermuthung kommen, daß ein Ueberfluß von Phlogiston die wahre Ursache des Kaltbruches sey; allein die Erfahrung bestätiget dies nicht, weil das kaltbrüchige Eisen alsdann in der Hitze eben so spröde seyn müßte, als in der Kälte (wie dies beim Roheisen wirklich der Fall ist); weil sich das überflüssige Phlogiston entweder durch das Cementiren im Ofen, oder durch die Bearbeitung im Frischheerde, eben so, wie bei dem Roheisen, verjagen lassen müßte, welches aber nicht geschieht, und endlich weil das kaltbrüchige Eisen eben so, wie der Stahl, durch das Ablöschen im Wasser gehärtet werden müßte, welches ebenfalls nicht der Fall ist.

8. Diese Betrachtungen scheinen es zur Gewißheit zu bringen, daß das kaltbrüchige Eisen zwar eben so viel, wenn nicht mehr Phlogiston enthält, als das zähe; daß aber der Kaltbruch erweislich weder von beigemischten unmetallischen Substanzen, noch von der größeren oder geringeren Quantität des mit denselben verbundenen Phlogiston allein herrühren kann. Man wird diese Ursache daher nur in der mechanischen Zusammenfügung und Stellung der integrirenden Theile des Eisens, oder auch in der Beschaffenheit seiner chemischen Bestandtheile suchen müssen. — Wir haben oben (§. 57, 12.) gesehen, daß die Hitze die Stellung der integrirenden Theilchen, sowohl beim Stahlbrennen (also bei einem starken und anhaltenden Glühen), als auch bei einer heftigen Schweißhitze, abzuändern vermag, so daß

daß ein zähes Eisen kaltbrüchig und spröde werden, und ein grobes glänzendes Korn erhalten kann. Weil diese Art der Sprödigkeit aber durch ein neues einmaliges oder wiederholtes Glühen und Umschmieden gehoben, und das Eisen dadurch wieder zähe gemacht werden kann, so kann der eigentliche Kaltbruch (dem durch Ausglühen und Umschmieden auf keine Art abgeholfen wird) nicht in der Störung der Lage der Theilchen seinen Grund haben. Obgleich nämlich ein dünner Eisenzain scheinbar etwas weniger kaltbrüchig, als ein dicker Eisenstab, zu seyn scheint, so verhält es sich doch damit eben so, als mit einem dicken Glasstabe, der bei dem geringsten Biegen gleich quer abbricht, wogegen sich ein dünner Glasfaden etwas biegen läßt, ehe er zerbricht.

9. Es bleibt daher nur noch übrig, die Ursache des Kaltbruchs in den Bestandtheilen des Eisens selbst zu suchen, und diese sind die metallische Erde, das Brennbare und eine Art von Säure oder etwas Salzartiges, wie wir sogleich (10. 11.) sehen werden. Die metallische Erde an sich selbst scheint beim kaltbrüchigen Eisen von keiner anderen Beschaffenheit zu seyn, als beim zähen Eisen, und die Verschiedenheit kann höchstens nur darin bestehen, daß sie entweder in ungleicher Menge vorhanden ist, oder daß sie von Natur ein ungleiches Vermögen besitzt, eine solche Substanz anzuziehen, die den Zusammenhang der Theilchen, oder die Cohäsion und die anziehende Kraft derselben unter sich, in der Wärme sowohl als in der Kälte befördert. Ein Ueberfluß an metallischer Erde scheint auch nicht nachtheilig seyn zu können, wenn sie nur das fehlende brennbare Wesen anzuziehen Gelegenheit hat, dessen Uebermaaß ebenfalls kein bedeutendes Hinderniß der Zähigkeit seyn kann, weil es sich durch die Wirkung des Feuers wieder vermindern läßt.

10. Sollte man daher die vorzüglichste Ursache des Kaltbruchs nicht in dem Mangel einer dem Eisen eigenthüm=

thümlichen Säure oder eines Salzes, die in den kaltbrüchigen Erzen nicht vorhanden sind, suchen müssen? Man kann es als ausgemacht ansehen, daß die Sprödigkeit des rothbrüchigen Eisens in der Hitze, und die ungewöhnliche Zähigkeit desselben in der Kälte, von einem Ueberfluß von Säure herrührt, durch deren Verminderung die Zähigkeit dieses Eisens, in der Hitze sowohl als in der Kälte, befördert wird *). Wenn man dem kaltbrüchigen Eisen daher eine solche Säure im gehörigen Verhältniß mittheilen könnte, so würde es wahrscheinlich auch in der Kälte zähe werden, da es diese Eigenschaft schon in der Wärme besitzt. Ueber die eigenthümliche Natur dieser Säure im Eisen werden wir bei Gelegenheit der Untersuchung der Bestandtheile des Eisens ausführlicher reden. Aus der Metallurgie ist es bekannt, daß Salze die nähere Vereinigung der Metalltheilchen beim Löthen und Schweißen befördern können **); auch habe ich schon bemerklich gemacht, wieviel die Säuren zur Erzeugung des geschmeidigen Eisens beitragen können. Daß das kaltbrüchige Eisen durch die Cementation mit Gips, Alaunerde und Kühltonnenschlamm von der Alaunbereitung, welche Substanzen sämmtlich eine feine Schwefel- oder Vitriolsäure enthalten, auf der Oberfläche in zähes Eisen verwandelt ward, habe ich schon oben (§. 65, h. und §. 78, 4.) gezeigt ***). Roheisen, welches mit einem kleinen Zusatz von Alaun geschmolzen ward, erhielt dadurch eine Art von Geschmeidigkeit und Weichheit. — Aus diesen und

*) Dies ist keinesweges der Fall, und es ist nur zufällig, daß man aus solchen Erzen, die wegen ihres geringen Schwefelgehalts ein etwas rothbrüchiges Eisen geben, ein übrigens starkes festes Eisen erhält, welches aber desto besser ausfällt, je reiner der Schwefel vor dem Verschmelzen abgeschieden wird. Sonst müßte der Schwefel ein Verbesserungsmittel für die weichen Eisenarten seyn.

**) In so fern sie nämlich als Fluß wirken.

***) Wenn man den Abgang im Frischfeuer nicht achtet, so wird sich auch ohne Zusätze aus dem kaltbrüchigen Eisen ein ziemlich gutes Stabeisen produciren lassen.

und ähnlichen Versuchen scheint zu folgen, daß in den kaltbrüchigen Erzen und in dem aus denselben ausgebrachten Eisen etwas von dem natürlichen Grundstoff fehlt, den man Säure nennt, und der mit dem Brennbaren eine Art von feinem Schwefel bildet, welcher ein nothwendiges Bestandtheil des zähen Eisens zu seyn scheint.

11. Ich habe oben (§. 72.) einen Versuch angeführt, bei welchem kaltbrüchiges Eisen zuerst in einem leeren Tiegel im Windofen ein Paar Stunden lang stark geglühet, dann mit glühender Kohlenlösche bedeckt eine gute Stunde lang der stärksten Hitze ausgesetzt ward, wodurch sich dieses vorher spröde Eisen mit einer weichen und zähen Eisenhaut überzog, die wahrscheinlich lich dadurch entstand, daß sich beim ersten Glühen Glühspan bildete, der sich in der zweiten Periode des Glühens mit Kohlenstaub wieder zu einer zähen Eisenhaut reducirte. Es scheint sich daraus zu ergeben, daß das kaltbrüchige Eisen erst dann, wenn man es dahin bringt, daß es sich verschlackt, oder zu Glühspan wird, die Eigenschaft erhält, diejenige Materie auszuziehen, mit welcher es nicht allein zu Eisen, sondern auch sogar zu zähem Eisen wird *). Daß das Phlogiston der Kohle die Reduktion des Eisenkalkes, oder die Wiederherstellung desselben zum Metall, bei diesem Versuch bewirkte, ist zwar klar; wodurch das Eisen aber die Zähigkeit erhielt, wozu immer eine Säure erforderlich ist, das läßt sich nicht füglich einsehen, weil bei dem Versuch gar keine mineralische Säure angewendet worden ist. Man kann sich diese Erscheinung indeß aus demjenigen, was Hr. **Scheele** in §§. 95. 96. seiner gründlichen Abhand-

*) Es ist sehr glaublich, daß das kaltbrüchige Roheisen dadurch, daß man es in Scheiben reißt und röstet, ungemein verbessert und zum Frischproceß vorbereitet wird, indem die Verschlackung des Phosphoreisens, die im Hoherofen sowohl, als im Frischfeuer, wegen der vorhandenen Kohlen, weniger leicht bewerkstelliget werden kann, dadurch befördert wird.

handlung über Luft und Feuer angegeben hat, erklären. Die Hitze, als ein Theil der Feuermaterie, besteht nämlich wahrscheinlich aus einer feinen Säure und Phlogiston, die sich sehr gerne mit den Alkalien, mit den absorbirenden Erden und mit den Metallkalken verbindet. Das kaltbrüchige Eisen kann daher, so lange es sich in metallischer Gestalt befindet, die Wärmematerie, oder die feine Säure in der Hitze, vermuthlich nicht anziehen, sondern erhält nur dann erst, wenn es verkalkt oder zu Glühspan geworden ist, das Vermögen, aus den glühen Kohlen und aus der Hitze jene feine Säure anzuziehen, und sich durch das so modificirte Phlogiston in einem minder heftigen Hitzgrade zu geschmeidigen Eisen zu reduciren.

Wenn aber der Eisenkalk diese feine Säure anzuziehen und mit derselben ein zähes Metall darzustellen im Stande ist, so müßte sich ein gleiches auch bei den kaltbrüchigen Eisenerzen vermuthen lassen, die doch weiter nichts als ein Eisenkalk sind, indem nämlich auch sie beim Verschmelzen im Hohenofen die feine Säure anziehen und durch Hülfe derselben ein zähes Eisen geben müßten, welches aber nicht der Fall ist. Eigentlich geschieht dies aber beim Verschmelzen der Erze im Hohenofen auch wirklich, denn ehe das Eisen durch die außerordentlich starke Hitze und durch das Uebermaaß von Phlogiston, welches es aufnimmt, in flüssiger Gestalt oder als Roheisen zum Vorschein kommt, ist es in dem ersten Grade der Hitze durch die Aufnahme der Säure oder der Feuermaterie wirklich ein zähes Eisen gewesen, welches mit den oben (§. 88.) angeführten Beobachtungen und mit der Erfahrung übereinstimmt, nach welcher die Erze, aus denen man im Hohenofen ein kaltbrüchiges Roheisen, und durch die weitere Verarbeitung des letzteren ein kaltbrüchiges Stabeisen erhält, beim ersten Schmelzen in kleinen Blaseöfen bei einer geringern Hitze ein weiches und zähes Eisen erhält. Weil

Weil aber die metallische Erde dieser Erze keine hinlänglich feuerbeständige Säure enthält, oder nicht das Vermögen besitzt, die aus der Hitze aufgenommene Säure lange genug zurückzuhalten, so wird diese Säure ohne Zweifel durch die heftige Hitze im Hohenofen wieder verjagt, oder mit dem Phlogiston aus den Kohlen so überladen, daß dadurch ein in der Kälte sprödes Metall entsteht, welches das Vermögen, neue Säure, Feuermaterie oder Hitze im Frischfeuer aufzunehmen, nicht eher erhält, als bis es wieder zu Metallkalk, Glühspan, oder zur flüssigen Schlacke geworden ist *).

Wer diese Feuerbeständigkeit der Säure bezweifelt, kann sich davon durch mehrere Versuche überzeugen. Die Luftsäure z. B., die an und für sich selbst, oder in Verbindung mit Wasser in der freien Luft, außerordentlich flüchtig ist, kann in andern Fällen, z. B. in Verbindung mit dem Brennbaren in den Holzkohlen und in verschlossenen Gefäßen, die stärkste Hitze aushalten, ohne sich völlig zu verflüchtigen. Herr Scheele hat in seiner Abhandlung über das Reißblei, welche sich in den Schriften der Königl. Schwed. Akad. d. Wissenschaften für das Jahr 1779 befindet, augenscheinlich gezeigt, daß das Reißblei, welches in verschlossenen Gefäßen im Feuer gar nicht zerstört werden kann, nichts anders, als eine Art mineralischer Schwefel oder Kohle ist, welche aus Luftsäure, in Verbindung mit einer großen Menge von Phlogiston, besteht. Die Luftsäure muß darin aber in großer Menge enthalten seyn, denn das Reißblei verliert durch ein langsames Kalciniren im offnen Feuer fast gegen 90 Procent am Gewicht. Es kann daher gar nicht befremden, daß das Eisen nicht ebenfalls eine beträchtliche Menge von dieser Säure enthalten

*) Das heißt also mit anderen Worten: Das kaltbrüchige Eisen wird um so mehr verbessert, je öfterer es verkalkt, reducirt, wieder verkalkt und reducirt wird u. s. f., welches mit der Erfahrung übereinstimmt und sich ganz natürlich, ohne der Annahme einer Säure zu bedürfen, erklären läßt.

ten sollte. Außerdem führt Hr. Scheele aber auch noch einen Versuch mit einer schwarzen Substanz an, welche durch Auflösung des Roheisens in Schwefelsäure zurückgeblieben war. Diese Substanz gab durch das Verpuffen mit Salpeter Luftsäure, etwas verdorbene Luft, eine Spur von Brennbarem, und verhielt sich übrigens wie Reißblei; sie hatte eine graue Farbe, färbte ab, verlor durch das Rösten gegen 80 Procent am Gewicht und hinterließ eine karmoisinfarbene oder ganz weiße feine Erde, die noch nicht genau genug untersucht worden ist. Solche reißbleiartige Substanz, die ganz dieselben Eigenschaften besitzt, erhält man auch auf dem trockenen Wege aus dem Eisen, wie wir oben (§. 62.) gesehen haben. Dies alles beweiset, daß das Eisen eine solche feine Säure enthalten kann, und daß sie dem Eisen nach der verschiedenen Quantität, in welcher sie mit demselben verbunden ist, auch verschiedene Eigenschaften mittheilt; wenigstens aber geht daraus hervor, daß sie ein nothwendiges Erforderniß zur Zähigkeit des Eisens seyn muß *).

§. 122. Von der Verbesserung des kaltbrüchigen Eisens.

Man hat es schon längst zum Gegenstand einer Preisaufgabe gemacht, wie aus kaltbrüchigen Erzen zähes Eisen zu erhalten, oder wie das kaltbrüchige Eisen zu verbessern sey. Die Antworten und die vorgeschlagenen Mittel sind nach den Einsichten und Begriffen der Verfasser sehr verschieden ausgefallen. Einige haben Feuer, andere Wasser als Gegenmittel in Vorschlag gebracht. Durch das Feuer wollte man die Unart aus den Erzen verjagen. Es ist aber eine Thatsache, daß gewisse kaltbrüchige Erze, z. B. die kaltbrüchigen Wiesenerze, durch das Rösten ein viel spröderes Eisen geben,

so

*) Daß der Graphit umgekehrt das Eisen spröde macht, ist eine jetzt allgemein bekannte Sache.

so daß man auf diesem Wege nicht viel zu hoffen hat (§§. 111. 120. r.). Die Auflösung dieses Problems scheint mir aber auch weder nützlich noch der Mühe lohnend zu seyn; nicht nützlich, weil man Andern dadurch, zu seinem eigenen Schaden, einen Vortheil zuwenden würde, und weil sich das kaltbrüchige Eisen zu gewissen Zwecken eben so gut, als das zähe Eisen, anwenden läßt; nicht der Mühe lohnend, weil man solche Mittel anwenden muß, durch welche das zu verbessernde kaltbrüchige Eisen theurer, als das von Natur gutartige und zähe Eisen wird, und weil das letztere in zureichender Menge vorhanden ist. Den Metallurgen kann die Ueberzeugung genügen, daß das kaltbrüchige Eisen wirklich zähe gemacht werden kann; aber der Hüttenbesitzer und der Haushälter verlangen zugleich, daß diese Verbesserung mit Gewinn verbunden seyn soll. Für die ersten sind die angeführten Versuche, welche zeigen, daß man das Eisen entweder durch die Cementation mit einer gehörigen Menge von Schwefel- oder Vitriolsäure *), oder auch dadurch, daß man das Eisen erst in Schlacke verwandelt, oder es verkalkt, und dann durch die Cementation wieder zu Metall reducirt, in den Zustand der Zähigkeit und Geschmeidigkeit versetzen kann.

Diese Mittel sind aber für den Hüttenbesitzer nicht anwendbar. Ohne Zweifel läßt sich der Kaltbruch, oder dieser natürliche Fehler des Eisens, auch gar nicht mit Vortheil ganz vollkommen heben, wenigstens sind alle bisher angestellte Versuche sehr unglücklich ausgefallen. Ein vorzügliches Mittel, von dessen Anwendung man sich sehr viel versprach, bestand darin, daß man das Roheisen im Hohenofen durch einen Zusatz von rothbrüchigen Erzen zu verbessern glaubte. Die Erfahrung hat

*) Dies ist zu bezweifeln, denn sonst müßte auch das kaltbrüchige Eisen durch rothbrüchiges (wenn der Rothbruch vom Schwefel herrührt) verbessert werden können, welches Herr R. selbst unten läugnet.

hat aber gezeigt, daß sich das roth- und kaltbrüchige Eisen auf keine Weise zu einer homogenen oder gleichförmigen Masse mit einander vermischen. Bei einem so zusammengesetzten Roheisen findet man gewöhnlich, wenn die rothbrüchigen Erze prädominiren, das rothbrüchige Eisen in der untern Seite der Gänze mit einer weißlichgelben Farbe von hartem und oft etwas strahligem Ansehen, wogegen sich das kaltbrüchige Eisen oben in den Gänzen befindet, und einen grobkörnigen, glänzenden, dunkeln und bläulichen Bruch hat. Stabeisen aus solchem Roheisen wird ebenfalls ungleichartig; es erhält zähe Adern und spröde Stellen. Noch verwerflicher aber ist das Mittel, kalt- und rothbrüchiges Roheisen im Frischfeuer zusammen zu verarbeiten; beide verbinden sich zwar zu einem Stabe mit einander, allein bei der Anwendung zeigt es sich, daß beide ihr Recht behaupten.

Aus den oben (§. 121.) angeführten Ursachen des Kaltbruchs läßt sich schon ein Schluß auf die zweckmäßigsten Gegenmittel gegen die fehlerhafte Beschaffenheit dieses Eisens machen. Verschiedene Grade und Arten des Kaltbruchs erfordern auch eine verschiedene Behandlung, worauf ich mich aber wegen Mangel an Raum nicht einlassen kann. Folgende Mittel scheinen mir indeß als die zweckmäßigsten hier eine Stelle zu verdienen.

1. Fast alle Arten von kaltbrüchigen Erzen geben in den kleinen Blaseöfen, oder in den Rennheerden, durch das erste Schmelzen ein etwas weiches und zähes Eisen, jedoch ohne besondere haushälterische Vortheile, vorzüglich wenn das Schmelzen, nach Art der Dalekarlier, mit Holz oder mit brandigen Kohlen verrichtet wird *).

2. Durch

*) Derselbe Zweck wird erreicht, wenn man einen starken Abgang beim Verfrischen des Roheisens nicht achten will.

2. Durch das Rösten lassen sich diese Erze nur wenig verbessern *). Einigermaßen kann man dem Kaltbruch indeß dadurch entgegen wirken, daß man solche Erze mit einigen zum Rothbruch geneigten Erzen vermengt, indem sich alsdann bei dem Rösten mit Holz etwas feine Schwefelsäure mit ihnen verbindet.

3. Weil das grelle Roheisen weniger Phlogiston enthält, als das gaare, und weil ein Uebermaaß von Brennbarem den Kaltbruch befördert, könnte es wohl scheinen, daß es besser sey, den Gang des Hohenofens so einzurichten, daß das Roheisen eher etwas grell als gaar ausfällt; allein die Erfahrung hat bei den Smäländischen Wiesenerzen gezeigt, daß das Stabeisen aus grauem oder gaarem Roheisen weniger spröde wird, als wenn man weißes Roheisen verfrischt **). Hat man Gelegenheit, solche Wiesenerze zu verschmelzen, die an der Luft schwarz werden und zerfallen, so soll man daraus durch die Gattirung mit gewöhnlichen Wiesenerzen, nach den Erfahrungen, welche Herr Hjelm auf dem Hüttenwerke zu Åreryd gemacht hat, ein zähes und sehniges Eisen erhalten.

4. Bei der Verarbeitung des kaltbrüchigen Roheisens im Frischfeuer ist es eine Hauptregel, das Feuer nicht tief zu bauen. Es muß vom Boden bis an den Wind höchstens 11½ Zoll tief ***), und übrigens verhältnißmäßig zu kleinen Deulen eingerichtet seyn; man muß so viel gute Gaar- und Hammerstockschlacke als möglich anzuwenden suchen, die Schlacke beim Ausschmieden und Einschmelzen nicht ablassen, das

*) Eine zweckmäßige Röstung, verbunden mit dem Ablöschen im Wasser, würde doch wohl sehr gute Dienste thun.

**) Bei allen Erzen, die nicht von Unarten frei sind, muß der Gang des Ofens mehr gaar als halbirt, aber in keinem Fall grell eingerichtet werden.

***) Dies ist schon viel zu tief, denn billig sollte die Tiefe des Feuers nicht über 8 Zoll rheinl. betragen. Eine Tiefe von 11½ Zoll rheinl. ist schon für gutes Roheisen fast zu groß.

das halbgaare Eisen mit der Schlacke nach Art des deutschen Frischhüttenbetriebes so stark als möglich zum Kochen bringen und dem Deulmachen noch gute Gaarschlacke zusetzen. Die Erfahrung lehrt, daß das kaltbrüchige Eisen aus einigen Wiesenerzen durch die Behandlung in der deutschen Kochfrischfeuerarbeit, bei einem hinlänglichen Zusatz von Gaarschlacke, Zähigkeit erlangen kann, indem die Schlacke theils das überflüssige Phlogiston des kaltbrüchigen Eisens absorbirt, theils zu Eisen reducirt wird, welches nach den oben (§§. 65. 72) angeführten Versuchen geschmeidig ausfallen muß, indem sie sich mit der Feuermaterie oder mit der Hitze verbindet, welche dem kaltbrüchigen Eisen, wie wir vorhin gesehen haben (§. 121, 10. 11.) abgeht *).

5. Wenn man dem Fehler des Kaltbruchs auf die eben angegebene Art im Hohenofen und im Frischfeuer gar nicht, oder doch nur in einem geringen Grade abhelfen kann, so hält die Verbesserung desselben in den schon geschmiedeten Eisenstäben noch schwerer. Aus den Cementations-Versuchen mit Säure (§. 61, 1. 6.) geht zwar hervor, daß sich dadurch eine dünne, zähe, und in der Kälte geschmeidige Haut hervorbringen läßt, aber inwendig behält das Eisen doch seine vorige Sprödigkeit

*) Die eigentliche Verbesserung des Kaltbruchs muß schon von den Erzen und vom Hohenofenbetriebe ausgehen. Sorgfältiges Waschen, Sieben, nöthigenfalls Rösten, Ablöschen und Verwittern der Erze, die Anwendung hoher Hohenöfen, guter Kohlen und ein steter guter Gaargang müssen eher zum Zweck führen, als alle, mit einem großen Zeit-, Eisen- und Kohlenaufwand im Frischfeuer verbundene Manipulationen. — Bei recht kaltbrüchigem Eisen pflegt man im Frischfeuer wohl gepulverten Kalk anzuwenden, der beim Gaareingehen über das Frischeisen gestreut wird (Vergl. §. 111. C.). Nach Herrn Hersart soll man sich (zufolge einer kurzen Notiz in No. 100. S. 321. des Journal des mines) auf den Frischhütten zwischen der Sambre und Maas zur Verbesserung des kaltbrüchigen Eisens eines Gemenges von Potasche und Kalk bedienen, wovon beim Gaareingehen einige Hände voll über das Frischeisen gestreut werden, und beim Deulmachen soll dann noch etwas von einem Gemenge aus Kalk, Potasche, Kochsal und Alaun aufgestreut werden. Das Eisen soll dadurch eine vorzügliche Güte erhalten. (?)

digkeit. Durch das Gerben, oder durch das Zusammenschweißen und Ausschmieden mehrerer Stücke läßt sich die Zähigkeit ebenfalls nicht bewirken. Als ich aber ein Stück kaltbrüchiges Eisen zwischen zwei andern ähnlichen Stücken von gutem und zähem Eisen legen, und sie bei einer starken Hitze gehörig zusammenschweißen ließ, fand ich, daß das zu einem dünnen Stabe ausgezogene Eisen nur noch wenige Spuren von Kaltbruch auf dem Bruch zeigte, und so zähe geworden war, daß man es mit Vortheil zum Drathziehen anwenden konnte.

6. Folgende Vorschläge, die ich theils selbst versucht, theils keine Gelegenheit zu versuchen gehabt habe, verdienen hier genannt zu werden, weil die Zähigkeit des Eisens dadurch einigermaaßen befördert werden wird.

a. Man wende beim Deulmachen im Frischheerde brandige Kohlen an, die bei gutartigem Eisen gewöhnlich Rothbruch zu verursachen pflegen. Es wäre wohl der Mühe werth zu versuchen, ob man der Kaltbrüchigkeit dadurch nicht in einem gewissen Grade abhelfen könnte *).

b. Man nehme beim Einschmelzen des Roheisens so wohl, als auch beim Deulmachen, statt der Gaarschlacke fein gepochtes Wiesenerz, entweder für sich allein oder mit Gaarschlacke zusammen **). Dieses Wiesenerz würde als eine Art von Eisencrocus wirken und eben so wie die Schlacke (§. 72, 3.) die Feuermaterie und das Phlogiston mit Begierde anziehen; auch würde es sich dadurch nicht allein selbst reduciren, sondern auch die Geschmeidigkeit des im Heerde befindlichen Eisens befördern, so wie durch das halbgaare Eisen das Frischen des rohschmelzigen Roheisens im Feuer beschleuniget wird. Ich will indeß mein Geständniß gerne wiederholen, daß man wenig darauf rechnen kann, alles kalt-

*) Das ist schwerlich zu erwarten

**) Das Eisen würde dadurch unfehlbar ungemein verschlechtert werden.

kaltbrüchige Eisen mit Vortheile in zähes zu verwandeln, indem es so viele Abstufungen der Kaltbrüchigkeit giebt, daß man diesen Fehler nicht immer auf eine und eben dieselbe Art zu verbessern vermag.

c. Herr Gerhard hat zwar in seinen Anmerkungen zu Jars metallurgischen Reisen angeführt, daß das kaltbrüchige Eisen durch starkes Glühen im offnen Feuer zwischen Kohlen, sehr verbessert wird und an Zähigkeit gewinnt *), allein ich habe bei meinen Versuchen, die ich kürzere und längere Zeit fortsetzte, nicht die geringste Verminderung der Sprödigkeit bemerken können.

d. Ich legte ein Stück ganz sprödes Roheisen in rohen eisenhaltigen Braunstein und cementirte es mit demselben vier Stunden lang in einer starken Glühhitze. Nach dem Erkalten fand sich, daß es 17 Procent am Gewicht verloren hatte, und eine Kante, auf welcher die Hitze am stärksten gewirkt hatte, ließ sich kalt schmieden und zu einem dünnen Blech ausrecken, ohne Kantenbrüche zu bekommen. Auch ließ sich dieses dünne ausgezogene Eisen biegen, aber in stärkeren Stücken brach es, und hatte überhaupt nur äußerlich eine ganz dünne zähe Haut, inwendig war es noch eben so kaltbrüchig geblieben. Diese zähe Haut ist wahrscheinlich dadurch entstanden, daß der Braunstein das Phlogiston anzog, und dies ist abermals ein Beweis, daß der Kaltbruch zwar durch einen Ueberfluß, aber nicht durch einen Mangel an Brennbarem entstehen kann.

e. Ein gleiches Resultat erhielt ich, als ich kaltbrüchiges Eisen mit dem sogenannten Kühltonnenschlamm von der Alaunbereitung, der außer dem Eisen noch Vitriolsäure enthält, cementirte. Aeußerlich hatte es einen starken Abbrand erlitten und eine zähe Haut angesetzt; auch ließ es sich mit schweren Hämmern bei gleichför-

migen

*) A. a. O. S. 648. — Durch das Ausglühen zwischen Kohlen kann nur die beim kalten Schmieden erhaltene Sprödigkeit gehoben, und das nicht ganz gaar gefrischte gutartige Eisen wirklich verbessert werden.

migen starken Schlägen, und wenn es beim Ausrecken zugleich geglühet ward, kalt ausziehen, ohne Kantenbrüche zu bekommen; aber beim Biegen brach es leicht und behielt auch denselben Bruch bei, so daß es nicht gänzlich verbessert werden konnte.

Aus diesen Untersuchungen geht indeß die Möglichkeit, kaltbrüchiges Eisen zähe zu machen, hervor, und in sofern läßt sich die Frage: ob man aus allen Erzen ein gleich gutes Eisen erhalten kann, zwar bejahend beantworten; soll dies aber mit einigem Gewinn, oder wenigstens ohne Verlust geschehen, so sehe ich dazu die Möglichkeit nicht ein.

§. 123. Von dem dichten und gleichförmig guten Eisen.

Die Beschaffenheit eines solchen Eisens, die Ursachen der Undichtigkeit und die dagegen anzuwendenden Mittel, haben wir an mehreren Stellen dieses Werkes, besonders bei der Betrachtung der Dichtigkeit des Eisens (§. 29.) und bei der Aufzählung der Kennzeichen des besten Eisens (§. 84.) kennen gelernt. Es scheint mir aber ein sehr wichtiger und einer Preisaufgabe würdiger Gegenstand zu seyn, auszumitteln, wie das weiche Eisen auf die vortheilhafteste Art zu demjenigen Grad der Vollkommenheit gebracht werden kann, daß es zu feinen polirten Arbeiten, die eine dünne und große Oberfläche haben, nicht die geringsten schwarzen Ritzen, Ränder und ungleichen harten Stellen bekommt und dabei eine vollkommene Geschmeidigkeit behält, wenn es auf der Oberfläche gehärtet und zu einer spiegelglänzenden Politur gebracht wird. Diese Kunst scheint zwar schon erfunden und daher jene Bemühungen eben nicht nöthig zu seyn, weil man den Stahl durch das Umgießen (§. 271, 10.) zu der eben genannten Vollkommenheit bringen kann, indem er in diesem Zustande zu allen feinen Arbeiten, wozu man gewöhnlich das Eisen anwendet,

det, brauchbar ist. Da man nun noch außerdem die Kunst versteht, den Stahl ohne Umschmelzen in ein weiches und zähes Eisen zu verwandeln (§. 89, 1.), wobei dasselbe alle Vollkommenheiten erhält, die man nur verlangen kann, so scheint jene Frage um so mehr schon beantwortet zu seyn. Weil das Eisen durch diese Behandlungsart aber zu kostbar, und wohl drei- bis viermal theurer wird, als Kupfer, so kann dies Verfahren nicht sehr vortheilhaft seyn. Verlangt man gar, daß das Eisen bei dem Ausbringen im Großen, entweder unmittelbar aus den Erzen, oder aus dem Roheisen, in jenem Grade der Vollkommenheit dargestellt werden soll, so leisten alle die vorhin beschriebenen Schmelz- und Frischprocesse kein Genüge, weil bei allen diesen Manipulationen unreducirte Eisenerde oder feine Schlacke mit in das Eisen eingehen und stets zu undichten Stellen Veranlassung geben.

Ich muß indeß den oben (§. 79.) angeführten und bei uns nicht sehr bekannt gewordenen englischen Frischproceß ausnehmen, bei welchem der Abgang und die Brocken von geschmeidigem Eisen in bedeckten Tiegeln zu einer flüssigen Masse, unter dem Namen Tincture of iron, umgeschmolzen werden, wodurch man ein Eisen erhält, welches alle die vorhin genannten Eigenschaften, nämlich eine vollkommene Dichtigkeit zu allen polirten Arbeiten, besitzen soll *). Wer Gelegenheit hat, eine im höchsten Grade starke Schmelzhitze hervorzubringen, kann diesem Verfahren weiter nachforschen und sich bemühen, das geschmeidige Eisen so flüssig darzustellen, daß es sich wie Roheisen oder Stahl in Formen gießen läßt, ohne seine Geschmeidigkeit und Zähigkeit dabei zu ver-

*) Die Eisenbrocken werden dabei nicht geschmolzen, sondern nur zusammengeschweißt. Soll das Eisen daher fehlerlos ausfallen, so müssen die angewendeten Eisenbrocken auch von aller Unart frei seyn. Dies Verfahren läßt sich nur da mit Vortheil anwenden, wo man gute Steinkohlen wohlfeil erhalten kann. Weil außerdem bei jedem Schmelzen neue Tiegel erforderlich sind, so wird die Methode sehr kostbar.

verlieren. Er würde sich dadurch ein sehr großes Verdienst erwerben, weil man auf keine andere Weise ein vollkommen dichtes Eisen erhalten kann. Der Zusatz kann kein anderer als ein reiner Glasfluß seyn, wodurch das Metall beim Schmelzen gegen den Glühspan, oder gegen den Abbrand und gegen das Hinzutreten eines Uebermaaßes von Phlogiston geschützt wird. — Bis dahin bleibt aber kein anderes Mittel übrig, als aus dem vorhandenen Stabeisen das beste auszusuchen, oder das oben (§. 89, 1, 2.) angegebene Verfahren, das Roheisen ohne ein abermaliges Umschmelzen in den Zustand der Zähigkeit zu versetzen, bis zum höchsten Grad der Vollkommenheit zu bringen, und es überhaupt im Großen anwendbar zu machen. Bei den Versuchen im Kleinen läßt sich der Feilspan vom Stabeisen in einem gut verklebten Tiegel und in einer starken Hitze bis zu dem Grade in Fluß bringen, daß es sich zu dichten und geschmeidigen Körnern vereiniget, und daraus geht wenigstens die Möglichkeit hervor, auch in Schweden das englische Schmelzverfahren, nämlich die Erzeugung des feinsten Eisens oder des sogenannten Tincture of iron in Tiegeln, einzuführen. Wer zur Anstellung solcher Versuche Gelegenheit und Vermögen hat, muß darauf bedacht seyn, sich folgende Erfordernisse zu verschaffen:

1. Gutes Eisen in kleinen Stücken, z. B. viel reinen Feil- und Bohrspan, welchen letztern man vorzüglich in den Gewehrfabriken zu billigen Preisen würde erhalten können. Auch die Abgänge, Enden und Abschnittel aus den Drathziehereien und Blechhütten u. s. f. würden dabei gute Dienste thun.

2. Einen Windofen mit einem sehr starken Zuge.

3. Steinkohlen in vorzüglicher Güte.

4. Den möglichst feuerbeständigsten Thon zu den Tiegeln.

5. Kenntniß und Geduld, die Wirkung des Feuers bis zum höchsten Grad zu verstärken. Ehe wir nicht im Stande sind, auf diese Art ein ganz fehlerfreies Eisen zu erzeugen, dürfen wir uns auch weder wundern noch beklagen, daß unsere feinsten polirten Arbeiten selten ohne Fehler und sichtbare Ritzen und Ränder ausfallen.

Bayerische Staatsbibliothek München

Gedruckt in der Königl. Hofbuchdruckerei zu Liegnitz
bei E. Doench.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google